

École doctorale 139 « Connaissance, culture, modélisation »
Laboratoire CHArt « Cognition Humaine et Artificielle » (EA 4004)

THÈSE
Pour obtenir le grade de
Docteur

Discipline : **Psychologie**

Présentée par
David CHAINON

le 11 octobre 2017

**L'EFFET DE L'EXPERTISE SUR L'EXPÉRIENCE-
UTILISATEUR DANS LE CADRE DE L'UTILISATION DES
SERIOUS GAMES**

Sous la direction de **Fabien FENOUILLET**

Composition du jury :

Julien CEGARRA, Professeur en Psychologie Cognitive, Institut National Universitaire Champollion (Rapporteur)

Laurent COSNEFROY, Professeur en Sciences de l'Education, Institut Français de l'Education /Ecole normale supérieure de Lyon (Examineur)

Nicolas MICHINOV, Professeur en Psychologie, Université Rennes 2 (Rapporteur)

Virginie POSTAL- LE DORSE, Professeure en Psychologie et Neuropsychologie cognitives, Université de Bordeaux (Examineur)

Charles TIJUS (Examineur), Professeur en Psychologie Cognitive, Université Paris 8

Résumé

Cette thèse a pour objectif l'étude de la relation entre l'expertise dans les jeux vidéo et les aspects motivationnels et émotionnels de l'expérience-utilisateur dans le contexte d'utilisation des Serious Games. L'objet de cette recherche s'articule **autour de deux axes** : un 1^{er} axe concernant la construction et la validation d'un questionnaire d'intérêt pour les Serious Games et d'un test évaluatif du niveau d'expertise dans les jeux vidéo, et un 2^{ème} axe concernant l'étude de la relation entre l'expertise dans les jeux vidéo et l'expérience-utilisateur dans les **Serious Games**, ou « *jeux utiles* ».

Nous proposons **une mesure de l'expertise** dans les jeux vidéo à partir des connaissances lexicales, imagées et sémantiques, sur les bases des théories sur la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1985), la théorie de la mémoire de travail à long terme (Ericsson et Kintsch, 1995) et la théorie de la mémoire encyclopédique (Lieury et al., 1991). Par ailleurs, nous proposons **une mesure de l'intérêt** pour les Serious Games sur la base des travaux de Mitchell (1993) et Linnenbrink-Garcia et al. (2006) dans laquelle nous faisons la distinction entre l'intérêt lié au contexte de l'activité, **l'intérêt situationnel**, et l'intérêt lié aux connaissances et valeurs propres à l'individu, **l'intérêt individuel**. Le développement de ces instruments de mesure a abouti successivement à la validation d'une échelle d'intérêt pour les Serious Games - **l'IS2G** - et d'un test d'expertise dans les jeux vidéo -**le TECEJV**-.

Enfin nous proposons d'étudier **la relation entre l'expertise dans les jeux vidéo, et les aspects motivationnels dans l'expérience-utilisateur**, dans lequel nous intégrons **l'intérêt, le Flow** ou « *expérience optimale* », qui se définit comme l'état mental spécifique à la pleine implication dans une activité qui stimule notre intérêt, induisant notamment du bien-être et une attention pleinement investie dans l'activité, et enfin **la valence émotionnelle** induite par l'expérience de jeu.

Pour conclure, ce travail nous a conduit à démontrer qu'il existe un effet de l'expertise et du type de Serious Game sur les aspects motivationnels et émotionnels de l'expérience-utilisateur dans le contexte d'utilisation des Serious Games. En effet, l'expertise et le *Gameplay* du Serious Game agissent de façon significative sur l'intérêt situationnel maintenu et le Flow. Ce nouvel éclairage s'est donc construit à la lumière d'un contexte d'apprentissage via les Serious Games en plein essor.

Mots-clés : expertise, mémoire, motivation, intérêt, Flow, Serious Game

Abstract:

This thesis aims to study the relation between the expertise in video games and the motivational and emotional aspects of the user experience in the context of using Serious Games. This research is articulated around two axes: a first axis concerning the construction and validation of an interest for Serious Game scale and an evaluative test of expertise in video games, and a second axis concerning the study of the relation between expertise in video games and user experience in Serious Games, or “useful games”.

We propose a measure of expertise in video games based on the lexical, pictorial and semantic knowledge acquired in this practice, based on theories on expert memory (Chase and Ericsson, 1985), the theory of working memory (Ericsson and Kintsch, 1995) and the theory of encyclopaedic memory (Lieury et al., 1991). Otherwise, we propose a measure of interest for Serious Games based on the work of Mitchell (1993) and Linnenbrink-Garcia et al. (2006), in which we distinguish the interest in the context of the activity, called situational interest, and the interest in relation to individual knowledge and values, the individual interest. The development of these scales resulted successively in validation of an interest scale in Serious Games – the IS2G- and an expertise in video games test –the TECEJV.

Finally, we propose to study the relationship between expertise and the motivational aspects in the **User eXperience** (UX), in which we integrate the interest, the Flow or "Optimal Experience", which is defined as the mental state specific to the full involvement in an activity that stimulates our interest, inducing well-being and a fully invested attention in the activity, and finally the emotional valence induced by the gaming experience.

In conclusion, this work led us to demonstrate that there is an effect of expertise and kind of Serious Game on the motivational and emotional aspects of the user experience in the context of Serious Game usage. In fact, the Serious Game’s expertise and Gameplay significantly affect situational interest and the Flow. These new results have therefore been built in the light of context of learning via the Serious Games in full swing.

Key words: Expertise, Memory, Motivation, Interest, Flow, Serious Game

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de thèse Fabien Fenouillet pour sa confiance dans la réalisation de ce travail qui a démarré en Master. Je pense qu'il m'a transmis les outils dont j'avais besoin pour parvenir à l'aboutissement de ce travail. Toutes ces années à travailler sous sa direction m'ont permis de développer des compétences portant sur les multiples rouages qui constituent la recherche. Il a su se montrer disponible et compréhensif compte tenu de mes horaires chaotiques au travers des missions, emplois ou stages que je suivais en parallèle.

Je remercie ma compagne pour sa patience et son appui. Ses encouragements m'ont donné le soutien dont j'avais besoin dans les périodes de doutes et de lassitude. Ses conseils m'ont poussé à percevoir et communiquer sur mon travail d'une façon plus abordable et synthétique. Son sens de l'organisation et sa détermination m'ont motivé à donner le meilleur de moi-même. Sa présence stimule ma capacité et ma volonté de faire toujours mieux. Merci ma Lou.

Je remercie ma famille pour leur présence et leur capacité à croire en moi. Elle m'a permis de garder à l'esprit l'atteinte de mon objectif comme vecteur de stimulation. Je les remercie pour les valeurs qu'ils m'ont transmises.

Je remercie également les collègues doctorants de la salle C14 et mes amis, source intarissable de conseils et d'entraide. Merci pour votre présence et votre générosité.

Je termine ces remerciements avec l'université Paris- Nanterre, que je souhaite remercier pour m'avoir accueilli et formé à penser jusqu'à aujourd'hui, permis de connaître les personnes les plus importantes dans ma vie, et atteindre un but qui m'a longtemps semblé inaccessible.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	7
INTRODUCTION.....	1
1. PRÉSENTATION.....	1
2. UNE PREMIÈRE APPROCHE DESCRIPTIVE DU CONTEXTE DE LA RECHERCHE	3
3. PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHE.....	5
CHAPITRE 1. APPROCHE DE L'EXPERTISE SOUS L'ANGLE DE LA MÉMOIRE	7
1. MÉMOIRE ET EXPERTISE	8
1.1 <i>Mémoire et expertise : les modèles théoriques successifs.....</i>	<i>8</i>
1.2 <i>La mémoire et l'expertise : un nouvel éclairage sur les interactions entre MT et MLT.....</i>	<i>10</i>
1.3 <i>La théorie de la MTLT : un modèle explicatif de l'expertise</i>	<i>18</i>
1.4 <i>Les perspectives théoriques sur la mémoire de l'expert après la théorie de la MTLT.....</i>	<i>23</i>
1.5 <i>Mémoire et expertise : synthèse sur les propriétés de la mémoire chez l'expert</i>	<i>26</i>
2. LA THÉORIE DE LA MÉMOIRE ENCYCLOPÉDIQUE : UN INDICATEUR DE L'EXPERTISE SUR LES CONNAISSANCES LEXICALES ET IMAGÉES	27
3. L'EXPERTISE DANS LE CADRE DES JEUX VIDÉO	33
CHAPITRE 2. L'EXPÉRIENCE-UTILISATEUR DANS LES JEUX VIDÉO/SERIOUS GAMES	36
1. NOTRE APPROCHE DE L'EXPÉRIENCE-UTILISATEUR.....	36
1.1 <i>Définition de l'expérience-utilisateur.....</i>	<i>37</i>
1.2 <i>Distinction utilisabilité et expérience-utilisateur</i>	<i>38</i>
1.3 <i>Les aspects motivationnels et émotionnels dans l'expérience-utilisateur</i>	<i>39</i>
1.4 <i>L'expérience-utilisateur et les jeux vidéo</i>	<i>40</i>
2. ETUDIER LA MOTIVATION DANS LES JEUX VIDÉO.....	41
2.1 <i>La motivation : un moteur du comportement</i>	<i>41</i>
2.2 <i>Motivation intrinsèque et extrinsèque : où se situe l'intérêt ?</i>	<i>42</i>
2.3 <i>L'intérêt : une émotion motivationnelle multidimensionnelle.....</i>	<i>44</i>
2.4 <i>Vers une mesure de l'intérêt.....</i>	<i>49</i>
2.5 <i>La relation entre l'intérêt et les connaissances : le modèle de Tobias et le modèle de Kintsch</i>	<i>51</i>
2.6 <i>Intérêt et apprentissages.....</i>	<i>54</i>
2.7 <i>La motivation dans le cadre des jeux vidéo et des Serious Games</i>	<i>55</i>
2.8 <i>Mesure de l'intérêt dans les Serious Games</i>	<i>57</i>
3. ETUDIER LE FLOW DANS LES JEUX VIDÉO	59
3.1 <i>Le Flow ou l'expérience optimale.....</i>	<i>59</i>
3.2 <i>Les propriétés du Flow</i>	<i>60</i>
3.3 <i>Un état d'équilibre entre challenge et compétences</i>	<i>61</i>

3.4 Les contextes d'étude du Flow	63
3.5 La relation entre l'intérêt et le Flow.....	64
3.6 La conception d'un jeu vidéo s'appuyant sur le concept du Flow : le jeu FLOW (Chen & Clark, 2006)....	65
CHAPITRE 3 : LE JEU, LES JEUX VIDÉO, LES SERIOUS GAMES	67
1. LES JEUX VIDÉO : UN VECTEUR D'ACTIVITÉ QUI DÉPASSE LE STATUT DE LOISIR	67
1.1 Qu'est-ce qu'un jeu vidéo ?.....	68
1.2 Jeu vidéo et apprentissage	80
2. LES SERIOUS GAMES EN TANT QUE TICE : LE PLAISIR DE JOUER AU SERVICE DE L'APPRENTISSAGE	83
2.1 L'émergence d'un nouveau genre de jeu vidéo : le Serious Game.....	85
2.2 Qu'est-ce qu'un « Serious Game » ?	87
2.3 Pour bien distinguer l'objet « Serious Game ».....	91
2.4 Quelles sont les conditions pour qu'un Serious Game soit motivant et efficace en termes d'apprentissage ?	94
2.5 Le Serious Game au regard de l'expertise du joueur	96
PROBLEMATIQUE	98
CADRE DE LA RECHERCHE.....	100
1. LA MESURE DE L'EXPERTISE PROPOSÉE :.....	100
2. COMMENT ENVISAGER UNE MESURE DE L'EXPERTISE DANS LES JEUX VIDÉO ?	101
3. LA MESURE DE L'INTÉRÊT PROPOSÉE :	102
4. UNE MESURE DE L'INTÉRÊT POUR LES SERIOUS GAMES EST-ELLE VALIDE POUR CONSIDÉRER LES ASPECTS MOTIVATIONNELS DANS CE CONTEXTE ?	103
5. LA RELATION ENTRE L'EXPERTISE ET L'EXPÉRIENCE-UTILISATEUR :.....	104
6. L'IMPACT SUR LES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DE L'INTÉRÊT/DU FLOW SERA-T-IL VARIABLE EN FONCTION DU NIVEAU D'EXPERTISE ? QUELLES SONT LES COMPOSANTES DE L'INTÉRÊT QUI SERONT LES PLUS SENSIBLES À L'EXPERTISE ?	105
7. LE TYPE DE JEU VIDÉO RÉPONDRAIT-IL À UNE CATÉGORIE D'EXPERT ? DEVRAIT-ON ALORS OBSERVER DES VARIATIONS DE L'INTÉRÊT EN FONCTION DE L'EXPERTISE ET DU TYPE DE JEU VIDÉO ?	106
8. SUR QUELLE COMPOSANTE DE L'INTÉRÊT L'EXPERTISE EST-ELLE SUSCEPTIBLE D'AGIR ?	107
PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHÉ DE RECHERCHE	108
ETUDE 1 : CONSTRUCTION ET VALIDATION D'UNE ÉCHELLE D'INTÉRÊT : L'ÉCHELLE D'INTÉRÊT INDIVIDUEL ET SITUATIONNEL POUR LES SERIOUS GAMES (IS2G)	111
1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	111
2. 1 ^{ÈRE} PARTIE : ANALYSE FACTORIELLE EXPLORATOIRE :	112
2.1 Méthodologie de l'expérimentation	112
2.2 Résultats de l'AFE.....	116
2.3 Discussion sur l'analyse factorielle exploratoire	119

3. 2ÈME PARTIE : L'ANALYSE FACTORIELLE CONFIRMATOIRE	119
3.1 Méthodologie de l'expérimentation	120
3.2 Résultats de l'AFC	122
4. DISCUSSION GÉNÉRALE	124
ETUDE 2 : CONSTRUCTION ET VALIDATION D'UN TEST D'EXPERTISE BASÉ SUR LES CONNAISSANCES	
ENCYCLOPEDIQUES DANS LES JEUX VIDÉO : LE TEST D'EXPERTISE TECEJV	127
1. PRÉSENTATION :	127
2. MÉTHODOLOGIE	129
2.1 Construction de l'échelle :	130
3. 1ÈRE ÉTAPE : VALIDITÉ DE CONSTRUIT DU TEST BRUT INITIAL COMPOSÉ DE 137 ITEMS	137
3.1 Contexte	138
3.2 Population	138
3.3 Matériel	138
3.4 Procédure	139
3.5 Résultats	140
4. 2ÈME ÉTAPE : VALIDITÉ DES ITEMS DU TECEJV	143
4.1 Analyses approfondies des caractéristiques des items :	144
4.2 Synthèse et conclusion sur la sélection des items du test d'expertise :	166
4.3 Conclusion et limites :	169
4.4 Limites de notre analyse sur la sélection des items du test TECEJV:	170
ETUDE 3 : VALIDATION DU TEST D'EXPERTISE TECEJV À PARTIR DE L'ÉVALUATION DE LA PRATIQUE DES JEUX	
VIDEO ET DES PERFORMANCES DE MÉMOIRE	173
1. ETUDE A : VALIDITÉ DU TEST TECEJV À PARTIR DES DONNÉES DES RÉPONDANTS SUR LEUR EXPÉRIENCE DE JEU :	174
1.1 Objectif :	174
1.2 Population :	175
1.3 Procédure :	175
1.4 Résultats :	175
1.5 Discussion sur la validité du test TECEJV à partir de l'expérience et la fréquence dans les jeux vidéo	176
2. ETUDE B : VALIDATION PRÉDICTIVE DU TEST D'EXPERTISE À PARTIR D'UN TEST DE MÉMOIRE	176
2.1 Problématique et hypothèse :	177
2.2 Population :	177
2.3 Méthodologie :	177
2.4 Objectif et hypothèses opérationnelles :	180
2.5 Contexte de l'étude :	181
2.6 Procédure :	181
2.7 Les étapes de la procédure :	182
2.8 Résultats :	182

2.9 Discussion :	188
ETUDE 4: L'EFFET DE L'EXPERTISE ET DU TYPE DE GAMEPLAY SUR L'EXPÉRIENCE-UTILISATEUR DANS LES SERIOUS GAMES.....	190
1. PRÉSENTATION :	190
2. HYPOTHÈSES :	191
3. MÉTHODE :	192
3.1 Participants :	192
3.2 Lieu de l'expérimentation :	193
3.3 Temps de passation :	193
3.4 Matériel :	193
3.5 Procédure :	194
4. RÉSULTATS	195
4.1 Expertise, Serious Game et intérêt.....	195
4.2 Expertise, Serious Game et Flow:.....	200
4.3 Expertise, Serious Game et SPANE:.....	205
5. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS SIGNIFICATIFS :.....	208
5.1 Expertise, Serious Game et intérêt :.....	208
5.2 Expertise, Serious Game et Flow:.....	208
5.3 Expertise, Serious Game et SPANE:.....	211
6. DISCUSSION :	212
7. CONCLUSION SUR L'ÉTUDE 4 :	213
CONCLUSION	215
1. ECHELLE D'INTÉRÊT	215
1.1 Une échelle de mesure de l'intérêt dans l'utilisation des Serious Games	215
1.2 Validation	215
1.3 Limites.....	216
2. ECHELLE D'EXPERTISE	216
2.1 Mesurer l'expertise à partir des connaissances et des spécificités mnésiques chez l'expert	216
2.2 Mesure de l'expertise dans le contexte des jeux vidéo	217
2.3 Calibration et standardisation du test TECEJV via le modèle de Rasch	218
2.4 Validation	218
2.5 Limites.....	219
3. LA RELATION ENTRE L'EXPERTISE ET L'INTÉRÊT	220
4. LA RELATION ENTRE LE FLOW ET L'INTÉRÊT.....	222
PERSPECTIVES	224
BIBLIOGRAPHIE	226

INTRODUCTION

1. Présentation

Notre sujet de recherche s'inscrit dans la psychologie cognitive appliquée aux Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation (TICE). Nous nous intéressons dans cette étude aux processus cognitifs impliqués dans le contexte d'utilisation de ces outils informatisés qui sont de plus en plus intégrés dans les diverses situations d'apprentissage. Ces dispositifs numériques offrent des perspectives nouvelles dans les modalités d'acquisition des connaissances, et s'avèrent souvent complémentaires aux méthodes d'enseignement et de formation classiques, dans les structures scolaires, universitaires et même dans le secteur professionnel. La compréhension des mécanismes cognitifs en jeu dans l'usage des TICE apparaît alors cruciale dans un contexte éducatif en pleine mutation, pour d'une part mieux appréhender les interactions homme/machine et l'expérience-utilisateur, et d'autre part adapter ces outils à la cognition humaine.

La question de l'effet des connaissances acquises-que nous supposons comme un indicateur du niveau d'expertise- sur l'intérêt dans un domaine donné, nous semble central dans le contexte très actuel de l'émergence des TICE. En effet, dans le cadre scolaire, Hidi ([Hidi, 2001](#)) estime que l'intérêt des élèves pour l'école en situation d'apprentissage classique diminue au fil des générations. On peut alors craindre que ces mêmes élèves maintiennent un faible intérêt pour l'ensemble des apprentissages classiques et souvent passifs ([Malone, 1980](#)) dans d'autres contextes, tels que la formation professionnelle, alors que la complémentarité de ces méthodes « classiques » avec un apprentissage via les TICE pourrait s'avérer, non pas seulement utile mais nécessaire à l'ère du numérique. Ces faits nous conduisent à nous interroger sur la nécessité du renouvellement de méthodes éducatives adaptées aux générations et à leurs usages ([Fourgous, 2012](#)).

C'est un fait social : les générations d'élèves actuellement encadrées au sein du système scolaire et celles qui entrent aujourd'hui sur le marché du travail en France sont une génération composée d'individus pour lesquels l'usage des supports informatiques à des fins d'accès à la culture, à la communication et au divertissement est incontournable ; certains

auteurs avancent l'hypothèse d'une génération digitalisée, les « Digital Natives » ([Prensky, 2001](#)). Cette observation concernant l'implantation croissante du numérique dans les activités humaines ne peut donc clairement pas être écartée dans les contextes d'apprentissage et de formation. Cet usage du numérique constitue une expertise nouvelle. Nous pensons alors que cette expertise pourrait influencer l'expérience-utilisateur, et qu'elle pourrait donc s'avérer être un moteur pour optimiser les aspects motivationnels et émotionnels dans le contexte d'usage des TICE. Nous verrons que notre hypothèse d'une relation entre l'expertise et l'expérience-utilisateur dans les TICE s'appuie sur un certain nombre de caractéristiques propres à l'expertise humaine dans un grand nombre d'activités, y compris des activités qui n'ont aucun rapport avec les technologies numériques. En effet, un nombre considérable de travaux expérimentaux sur l'expertise, considérées sous l'angle des processus cognitifs et en particulier les processus de mémoire, ont pu démontrer que l'apprentissage, le raisonnement, la résolution de problèmes ou encore la prise de décision reposent sur des mécanismes différents entre le novice et l'expert ([Myles-Worsley et al., 1988](#) ; [Ericsson et Kintsch, 1995](#) ; [Wolff et al., 2010](#) ; [Tricot, 2005](#)).

En outre, même si le niveau de difficulté est souvent pris en compte dans la plupart des jeux vidéo pour adapter l'expérience vidéoludique aux performances du joueur, l'expertise dans les jeux vidéo pourrait apparaître comme un facteur à considérer davantage dans la conception d'un Serious Game, à la lumière de travaux novateurs tels que ceux de Chen ([Chen, 2007](#)), qui propose des solutions d'adaptation du rapport entre la performance du joueur et la difficulté du jeu en temps réel pour garantir une expérience optimale.

Comme un certain nombre d'études ont pu le démontrer ([Orvis et al., 2008](#)), l'expertise dans les jeux vidéo a une influence sur les processus d'apprentissage et motivationnels dans le contexte d'utilisation des jeux vidéo utilisés à des fins éducatives. L'objectif de ce doctorat vise à aller dans ce sens, en approfondissant l'étude de cette relation entre expertise, motivation et émotion, afin de mieux comprendre comment l'apprenant peut être mieux préparé à utiliser ces dispositifs d'apprentissage, et comment optimiser le développement de ces dispositifs d'apprentissage afin de les adapter à l'apprenant.

2. Une première approche descriptive du contexte de la recherche

Nous nous intéressons à la relation entre **l'expertise** et **l'expérience-utilisateur** dans le contexte d'utilisation des **Serious Games**. Dans cette première approche introductive, nous allons brièvement présenter les concepts théoriques sous-jacents à cette recherche doctorale.

Le **niveau d'expertise** fait référence à la quantité de connaissances variable qu'un individu peut avoir dans un domaine donné, et distingue le novice de l'expert notamment dans la façon dont ces connaissances sont utilisées (Visser et Falzon, 1992). Dans cette étude, nous nous intéressons au niveau d'expertise de nos participants dans les jeux vidéo, que nous évaluons à partir de la quantité d'informations d'ordre lexical et imagé stockée en mémoire à long terme dans ce domaine et la capacité de récupération de ces informations en mémoire de travail. Pour définir notre approche de l'expertise, nous nous appuyons notamment sur le concept de mémoire encyclopédique proposé par Lieury (1995), qui fait référence aux connaissances stockées en mémoire à long terme, «et exprime l'organisation, la variété et l'étendue du savoir lexical et sémantique" d'un individu. Nous avons également pris pour base théorique les travaux sur **la mémoire chez l'expert** (Chase & Simon, 1973 ; Chase & Ericsson, 1981), **la théorie de la mémoire de travail à long terme** (Ericsson & Kintsch, 1995). L'expert ne possède pas de capacités cognitives innées supérieures par rapport à un novice. L'expert se distingue du novice par l'organisation optimale de ses connaissances construite par l'entraînement et l'expérience : L'encodage, la structuration et la récupération des connaissances sont plus efficaces chez l'expert. Mais son expertise est spécifique, et joue donc uniquement sur son domaine d'expertise. Il en va de même lorsqu'il s'agit de l'ensemble des connaissances lexicales et imagées dans un domaine donné, le registre encyclopédique. Ces éléments théoriques nous ont permis de développer une échelle d'expertise basée sur les connaissances lexicales, imagées et sémantiques dans les jeux vidéo. Une partie importante de cette recherche doctorale est consacrée au développement et à la validation de la mesure de cette échelle.

L'expérience-utilisateur, concept diffusé à la fin des années 80 par D. Norman (2013), correspond « aux perceptions et aux réponses d'une personne qui résultent de l'usage ou de l'anticipation de l'usage d'un produit, d'un service ou d'un système » (norme ISO 9241-210). Les émotions et la motivation ressenties dans l'activité sont un élément central de

l'expérience-utilisateur, ce qui nous a amené à considérer 2 concepts théoriques en rapport avec la motivation et les émotions : **l'intérêt**, qui est défini comme une forme d'émotion motivationnelle, **le Flow**, un état mental particulier qui intègre notamment le fait de se sentir bien (Csikszentmihalyi et al., 1990). En outre, la **valence émotionnelle**, qui, comme nous le verrons est fortement liée à l'intérêt et au Flow, sera considérée en tant qu'indicateur concernant les mesures de ces états motivationnels et émotionnels.

L'intérêt est considéré comme une forme particulière de motivation. Dans l'intérêt se distingue **l'intérêt individuel** –lié aux préférences individuelles- et **l'intérêt situationnel**- étant un état émotionnel qui varie en fonction des caractéristiques de la situation (Schiefele, 1991 ; Hidi, 1990). Comme nous le verrons, ces deux facettes de l'intérêt sont particulièrement intéressantes pour évaluer les processus motivationnels dans le contexte d'utilisation d'un Serious Game. En effet, d'une part, la thématique présentée dans un Serious Game, qui sera plus ou moins liée aux valeurs personnelles de l'individu est représentative de son niveau d'intérêt individuel. D'autre part, le contexte vidéoludique dans lequel le joueur se trouve lorsqu'il joue à un Serious Game et l'expérience qui en résulte sont représentatifs de son niveau d'intérêt situationnel. Ce sont donc les deux caractéristiques majeures qui constituent ce qu'est un Serious Game, et qui pourraient donc être évaluées par une mesure de l'intérêt. Ces hypothèses nous ont donc conduit à construire et valider une échelle de mesure de l'intérêt pour les Serious Games : l'IS2G.

Le Flow est un concept développé par Csikszentmihalyi (1990, 2001, 2005). D'après lui, le Flow est un état mental correspondant à une profonde implication dans une activité pour laquelle nous ressentons un fort intérêt. Le Flow est aussi appelé "**expérience optimale**". Elle est décrite par ceux qui en font l'expérience comme un moment de bien-être où l'activité se réalise avec fluidité et efficacité (Csikszentmihalyi, 1990). C'est un équilibre entre le challenge né de l'objectif à atteindre dans l'activité et les compétences à mettre en œuvre pour y parvenir.

Certains états mentaux, tels que **la valence émotionnelle** de l'individu, seront également évalués, car comme nous le verrons, il s'agit de processus mentaux relativement proches de l'intérêt et du Flow. La mesure de l'état émotionnel permet ainsi d'obtenir des informations

supplémentaires que nous pourrons croiser et comparer avec les mesures de l'intérêt et du Flow.

Les Serious Games sont un type « d'application théorique dont l'intention initiale est de combiner avec cohérence à la fois des aspects sérieux tels de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus des jeux vidéo. Une telle association, qui s'opère par l'implémentation d'un scénario pédagogique (...), a donc pour but de s'écarter du simple divertissement » (Alvarez, 2007).

En d'autres termes et pour conclure sur cette présentation introductive, l'objet de notre étude est donc **l'étude de l'effet de l'expertise dans les jeux vidéo, évalué à partir des connaissances lexicales et imagées, sur les composantes motivationnelles et émotionnelles de l'expérience-utilisateur, elles-mêmes mesurées à partir de l'intérêt et du Flow.**

3. Présentation de la démarche

Sur le plan méthodologique, il nous a fallu dans un premier temps construire et valider deux outils de mesure : l'expertise mesurée à partir des connaissances lexicales, imagées et sémantiques dans les jeux vidéo et l'intérêt dans les jeux vidéo et les Serious Games. Ce travail de validation correspond aux études 1, 2 et 3. Dans une première étude, nous présentons la construction et la validation d'une échelle de mesure de l'intérêt pour les Serious Games : l'IS2G. L'étude suivante correspond à la construction et la validation d'un test d'expertise basé sur la mesure des connaissances lexicales, imagées et sémantiques dans les jeux vidéo : le TECEJV. L'étude 3 présente la validité de ce même test à partir d'une tâche de reconnaissance et de rappel indicé, et par comparaison avec un questionnaire sur l'expérience de jeu. L'étude finale, qui correspond alors à l'étude 4, vise à apporter une réponse à notre problématique centrale. L'objectif de cette recherche est l'étude de l'effet de l'expertise évaluée à partir des connaissances lexicales, imagées et sémantiques dans les jeux vidéo sur l'expérience-utilisateur, et plus particulièrement les composantes motivationnelles et émotionnelles dans l'expérience-utilisateur. A partir de nos outils validés dans les études précédentes, nous avons donc testé nos hypothèses sur cette relation avec deux Serious Games portant tout deux sur la thématique du développement durable et de l'écologie, le premier – *ClimWay* – étant un

Serious Game davantage orienté sur l'apprentissage et la prévention, avec une mise en avant du scénario pédagogique, comparativement d'autre part à un Serious Game davantage orienté fun et Gameplay -*Tri en Folie*-, dans lequel l'aspect ludique se présente comme l'expérience centrale du jeu.

CHAPITRE 1. APPROCHE DE L'EXPERTISE SOUS L'ANGLE DE LA MÉMOIRE

Comme nous l'avons abordé en partie introductive, nous avons fait le choix d'une approche de l'expertise particulière, sous l'angle des connaissances et de leur organisation en mémoire. En effet, sous l'impulsion des travaux dans le champ de la cognition sur les processus de mémoire spécifiques chez l'expert, nous avons pris pour parti d'évaluer l'expertise à partir de la quantité de connaissances stockée en mémoire portant sur le domaine d'expertise en question, ainsi que de l'organisation et de la récupération de ces connaissances qui découle de l'entraînement et de l'expérience. Nous présenterons donc dans cette partie théorique les modèles théoriques sous-jacents aux choix qui nous ont conduits à construire le test d'expertise présenté dans cette recherche sous son format présenté dans cette recherche doctorale.

Qu'est-ce qu'un expert ? Comment le devient-on ? Qu'est ce qui le caractérise ? Quels sont les mécanismes cognitifs en jeu dans l'expertise ? Qu'est-ce qui différencie un expert d'un novice dans ses performances sur une tâche donnée ?

Les modèles théoriques et les expérimentations qui ont découlé de ces questions posées par les scientifiques et praticiens ont permis une meilleure compréhension de la cognition humaine, en particulier au niveau de la mémoire et de l'acquisition des connaissances.

1. Mémoire et expertise



Figure 1 : Photographie du champion d'échecs **Garry Kasparov** à 11 ans, reconnu aujourd'hui comme l'un des meilleurs joueurs de l'histoire. L'expertise dans un domaine tel que les échecs, inhérente à la pratique et l'expérience, développerait des capacités mnésiques supérieures, ce qui expliquerait les performances atteintes chez de tels individus, capables de mémoriser des centaines de positions sur un échiquier (Source photographique : Wikipédia ; photographie libre de droit).

D'après Tricot (2005), les travaux sur l'intelligence ont évolué à partir du début du XX^{ème} siècle pour aboutir aujourd'hui à l'hypothèse que la quantité de connaissances dans une activité donnée s'avère être un bon indicateur du niveau intellectuel d'un individu, et de ses performances. Par ailleurs, Lieury et Lorant (2013) estiment que la mémoire lexicale et la mémoire sémantique seraient les piliers de nos connaissances. Elles permettent le développement et l'accroissement de notre expertise dans un domaine donné.

Ces considérations, représentatives du champ de la psychologie de l'expert, nous ont conduits à nous orienter vers les théories sur la mémoire pour appréhender **le concept d'expertise**.

1.1 Mémoire et expertise : les modèles théoriques successifs

L'expertise est un objet de recherche extrêmement fécond dans le champ de la psychologie cognitive depuis le début du 20^{ème} siècle. De par son application à de nombreux domaines (professionnel, sportif, scolaire, numérique, ...), des contextes d'expérimentation variés (jeu d'échecs, contrôle aérien, jeux vidéo, diagnostics médicaux...) et par sa relation avec tout un ensemble de processus cognitifs tels que l'attention, la mémoire, l'apprentissage, la résolution

de problèmes, le raisonnement ou les processus motivationnels. L'étude de l'expertise a alors produit de nombreux travaux de recherche.

Les travaux sur l'expertise ont mis en évidence des processus mnésiques spécifiques aux experts qui leur permettent d'atteindre de meilleures performances qu'un novice dans le contexte exclusif de l'activité experte. Dès la fin du 19^{ème} siècle, Binet (1894) s'intéresse aux performances hors-normes des grands calculateurs et champions aux échecs. Mais les premières hypothèses sur les différences de performances entre novices et experts sont proposées par De Groot (1946, 1978) et Miller (1956) avec le concept de *chunking*, qui explique comment la capacité limitée de la mémoire à court terme (MCT) peut être dépassée : en réencodant l'information en MCT. Plus tard, Chase & Ericsson (1981 ; 1982)) proposent un modèle plus abouti qui remet notamment en cause un rôle passif de la MLT dans les mécanismes de *chunking* : le concept de **mémoire experte** (Chase & Ericsson, 1981 ; Ericsson, 2004). Puis un modèle plus généralisé sera proposé par Ericsson & Kintsch (1995), le **modèle de mémoire de travail à long terme** (MTLT). L'idée générale s'articule autour de l'idée que dans le cas de l'expertise, l'individu est amené à utiliser une partie de sa mémoire à long terme (MLT) comme une mémoire de travail (MT). Plus spécifiquement, il s'agirait de structures de récupération en MLT possédant des caractéristiques de fonctionnement propres à la MT, avec notamment une vitesse de récupération supérieure pour l'expert. En parallèle avec ces considérations hautement théoriques et fonctionnelles sur le concept de la mémoire en fonction de l'expertise, des modèles alternatifs vont voir le jour et des caractéristiques spécifiques à l'expert seront mises en évidence, permettant de mieux comprendre le fonctionnement de l'apprentissage et de la mémoire et apportant un nouvel éclairage selon un point de vue plus écologique et pragmatique sur certaines problématiques en sciences de l'éducation, pédagogie, etc. Les travaux de Vicente et Wang (1998) proposeront notamment dans **une perspective écologique un modèle de l'expertise** dans lequel ils considèrent davantage celle-ci par rapport à l'activité elle-même plutôt que sur les processus de mémoire liés à l'expertise. Leur approche les amènera d'ailleurs à remettre en cause le modèle de mémoire de travail à long terme d'Ericsson et Kintsch (1995). Les travaux de Sweller (1988) sur la charge cognitive l'ont conduit à effectuer des travaux expérimentaux fascinants sur l'expertise en proposant notamment **la théorie de l'effet de renversement de l'expertise** (Sweller, 2003), permettant de comprendre comment l'expert peut se retrouver dans des

situations où ses compétences et connaissances supérieures ne peuvent s'exprimer pleinement, aboutissant à des performances amoindries.

Ces différents modèles théoriques et travaux expérimentaux sur l'expertise seront successivement présentés dans une perspective épistémologique et chronologique. Chacun des points feront également l'objet d'une considération au regard de notre objectif final : la construction et la validation d'un outil de mesure de l'expertise à partir des connaissances encyclopédiques dans les jeux vidéo.

1.2 La mémoire et l'expertise : un nouvel éclairage sur les interactions entre MT et MLT

Dès les années 40, les performances mnésiques chez l'expert ont été étudiées sous l'angle du modèle des *chunks*, concept théorique initié par De Groot (1946-1978) et Miller (1956) selon lequel l'information serait organisée et structurée afin d'optimiser la charge sur l'empan mnésique limité de la MCT. Les éléments seraient alors regroupés en fonction de la force des liens associatifs : un *chunk* intègre des unités fortement associées, eux-mêmes étant faiblement associés avec les unités d'un autre *chunk* (Gobet, 2000a et b, cité dans Guida et al., 2009). Dans une expérience portant sur le rappel de position des pièces sur un échiquier chez des joueurs d'échecs allant d'un niveau novice à expert, De Groot (1946) mit en évidence la supériorité des performances chez les experts et interpréta ses résultats en s'appuyant sur le modèle de *chunking* : grâce à leurs connaissances sur les échecs stockées en MLT sous formes de structures constituées *-les chunks-*, les experts sont capables d'établir des regroupements en MCT, expérience plus difficile pour un novice à cause du faible nombre de *chunks* présents en MLT.

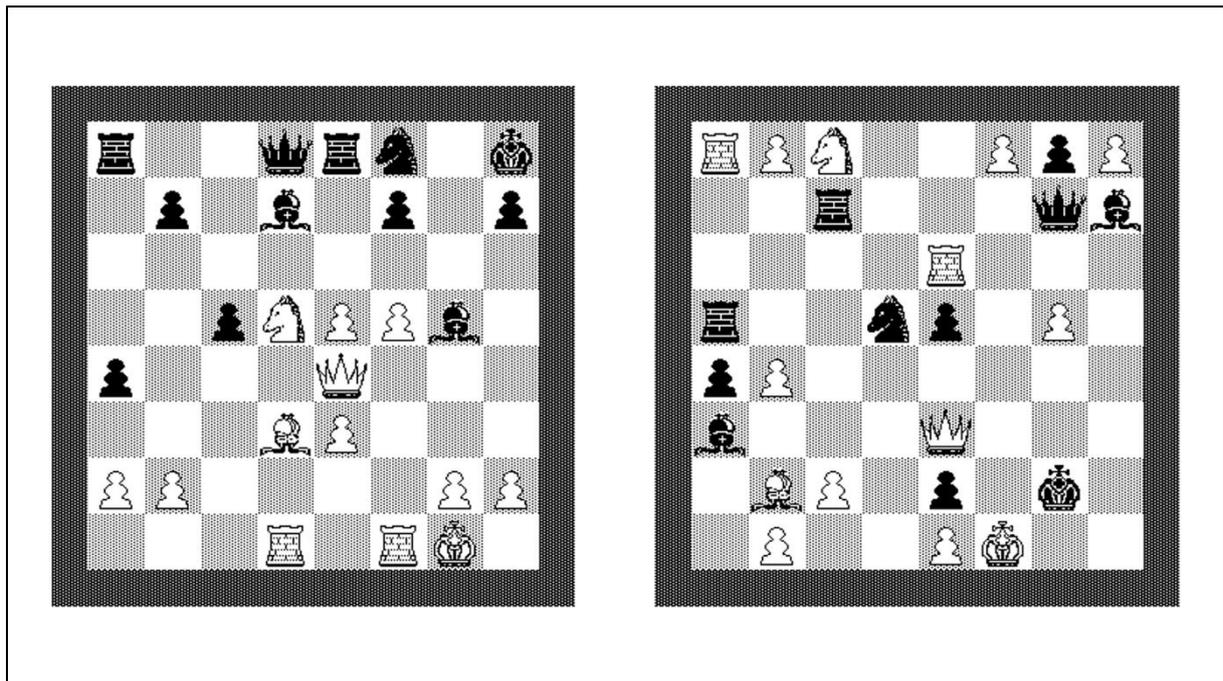


Figure 2 : Schéma de configurations de jeux d'échecs. Le jeu d'échecs est un contexte d'étude très riche dans la recherche sur la mémoire. Ici, voici des exemples de positions présentées aux joueurs d'échecs experts ; sur la gauche une configuration de jeu tirée d'un tournoi ; à droite une configuration aléatoire obtenue en mélangeant les emplacements des pièces d'une réelle configuration de jeu (Gobet et Simon, 1996).

Chase & Simon (1973) reproduisirent la même expérience en ajoutant une condition supplémentaire : le type de configuration de la disposition des pièces sur l'échiquier. Les expérimentateurs proposaient aux participants à l'expertise variable de mémoriser des configurations des pièces probables dans une partie (a) ou des configurations improbables et aléatoires (b). Les résultats de cette expérience ont permis de mettre en évidence le fait que **l'avantage des experts ne s'exprime que dans leur domaine d'expertise**, puisque aucune différence significative n'était observée dans l'autre condition. D'après ces résultats, il semblerait que les experts peuvent donc avoir de meilleures performances uniquement dans la condition où ils peuvent utiliser leurs connaissances. L'expérience et l'entraînement permettraient aux experts des échecs de stocker de 10000 à 100000 *chunks* correspondant à des configurations de jeu (Guida et al., 2009). D'après Chase & Simon (1973), ces *chunks* seraient stockés en MCT et permettraient d'avoir accès à l'information stockée en MLT. Selon Chase et Simon, c'est donc la construction d'un réseau de *chunks* qui différencie l'expert du novice, lui permettant ainsi de stocker et récupérer davantage d'informations, et donc d'obtenir de meilleures performances (Didierjean et al., 2004). Précisons que cette conclusion tient ici dans le contexte spécifique du jeu d'échecs.

Mais plus tard, Charness (1976) mettait au point une procédure expérimentale qui remet en cause l'idée d'un stockage des *chunks* en MCT. En soumettant une tâche interférente aux sujets experts aux échecs après la présentation de positions des pièces sur un échiquier, les auteurs de l'étude ne constataient aucune baisse de performance significative du rappel des positions des pièces comparativement à des sujets n'ayant pas été soumis à la tâche distractive. Ces résultats suggèreraient un transfert des *chunks* en MLT. Cette hypothèse du stockage des *chunks* en MCT fut également remise en cause par Gobet (2000), qui estime que la manipulation d'autant de chunks est incompatible avec la taille limitée de l'empan mnésique. Les informations ne seraient donc pas maintenues en MCT comme le suppose la théorie des *chunks*. Plus rapidement que supposé, celles-ci seraient transférées dans la MLT après encodage sous la forme de *chunks* (Gobet, 2000 ; cité dans Guida, Tardieu & Nicolas, 2009). L'information traitée en MCT, du fait de la limite de l'empan mnésique observée s'appuierait également sur un stockage en MLT. L'information transiterait alors plus rapidement que prévu entre la MCT et la MLT, et certains mécanismes jusque-là considérés comme exclusivement inclus dans la MCT impliqueraient également la MLT qui jouerait alors un rôle actif (Guida, Tardieu & Nicolas, 2009). Ces nouvelles hypothèses ont conduit à la proposition du **modèle de mémoire experte** (Chase & Ericsson, 1981).

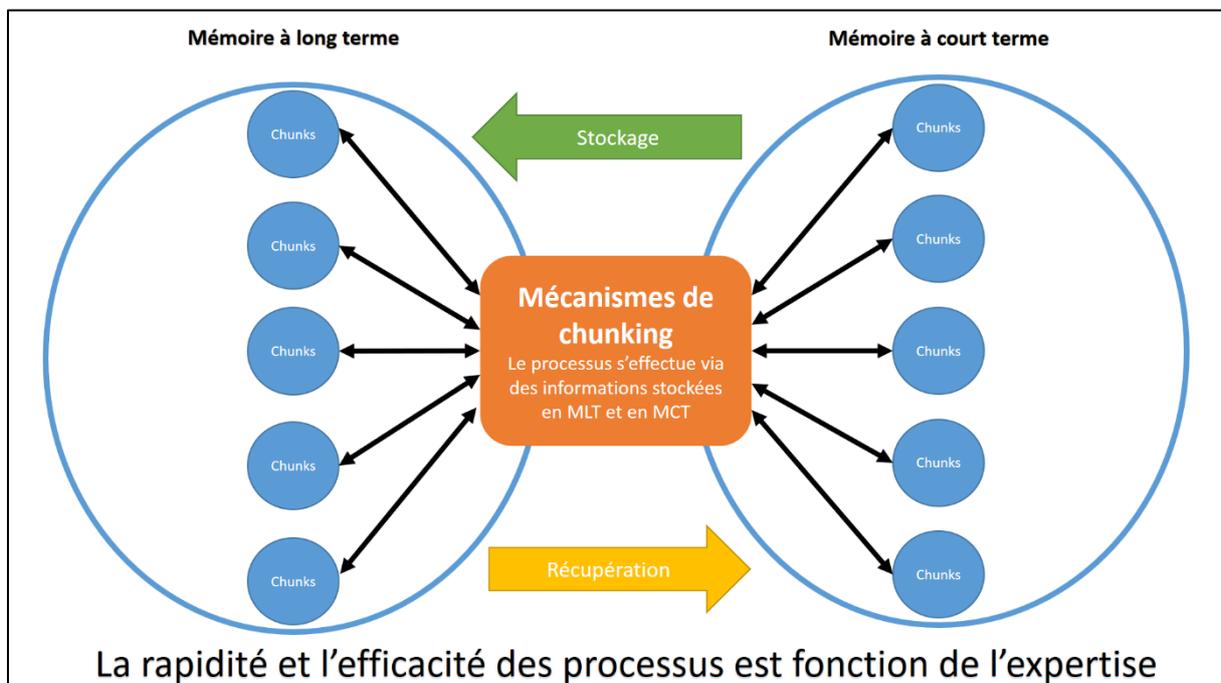


Figure 3 : Modèle de la mémoire experte proposé par Chase et Ericsson (1981). L'hypothèse de ce modèle se base sur l'idée que l'information serait stockée en partie sous forme de chunks en MLT, ce qui permettrait d'accroître la capacité limitée de la MT.

Le modèle de la mémoire experte proposée par Chase et Ericsson (1981) s'appuya sur diverses observations de la possibilité d'accroître l'empan mnésique assez rapidement à partir de procédés mnémotechniques rapides et simples à maîtriser. 50 heures d'apprentissage de ces procédés de mémorisation permettaient à certains sujets observés d'accroître l'empan de chiffres jusqu'à 20 caractères (Chase et Ericsson, 1981), tandis qu'une centaine d'heures d'entraînement permettait à d'autres d'accroître leur capacité à plus de 80 chiffres (Guida, Tardieu et Nicolas, 2009). Il est intéressant de noter que les auteurs ont également constaté que l'entraînement à ces procédés mnémotechniques ne développait l'empan que pour la tâche de mémorisation spécifique à l'étude, mais n'avait aucune conséquence sur l'empan mnésique de la MCT dans d'autres tâches. De telles observations ont alors amené les auteurs à reconsidérer que la manipulation de tant de données se fasse en MCT, qui d'après Miller (1956) se limite à la manipulation de 7 items.

De là est venue l'idée qu'une partie de l'information codée sous forme de chunks pourraient être stockée en MLT, ce qui permettrait d'expliquer les performances de mémoire exceptionnelles que peuvent produire les experts. Cette hypothèse reconsidère totalement la fonction de la MLT, vue jusque-là comme un espace de stockage passif. En outre, des travaux antérieurs sur la vitesse de récupération de l'information stockée en MLT (Newell & Simon, 1972) ont estimé que le processus est lent, allant de 500 ms à 1 seconde, tandis que le stockage d'une trace mnésique nouvelle peut prendre de 5 à 10 secondes (Guida, Tardieu et Nicolas, 2009). Mais Chase et Ericsson (1981, 1982) se sont rendu compte que l'entraînement permettait aux participants de mémoriser un plus grand nombre d'items, le tout plus rapidement. Les performances d'encodage de l'information en MLT s'améliorent donc, autant dans la qualité de l'encodage puisque les performances sont progressivement meilleures avec la pratique, mais aussi dans la rapidité de l'encodage. Cette progression des performances au niveau de la MLT, d'après les auteurs, sont même comparable avec la vitesse d'encodage et de récupération de l'information en MCT lorsque l'entraînement est suffisant. Chase et Ericsson parlent de **principe d'accélération**. L'étude des stratégies d'encodage et de récupération de l'information dans le but d'accroître les performances ont amené Chase et Ericsson à proposer deux autres principes centraux dans la théorie de la mémoire experte : le **principe d'encodage signifiant** et le **principe de récupération structurée**. L'encodage signifiant consiste à utiliser des stratégies que l'individu maîtrise pour coder l'information qui

doit être mémorisée, de façon à l'organiser et à lui apporter du sens. Chase et Ericsson (1981) mentionnent notamment le cas d'un participant utilisant ses connaissances dans les temps de courses aux distances en athlétisme. Il rassemblait les chiffres présentés dans le cadre de l'expérimentation sous forme d'éléments porteurs de sens au regard de ses connaissances : il configurait par exemple la suite de chiffres 1467, sous la forme 1 minute 46 secondes et 7 dixièmes, temps correspondant au chrono moyen d'un athlète aux 800 mètres. Il utilisait également cette stratégie d'encodage lorsque la suite de chiffres présentée n'avait pas de sens en termes de chrono d'athlétisme, ce qui permet de constater une certaine flexibilité dans l'application de cette stratégie d'encodage (Guida, Tardieu et Nicolas, 2009). Ensuite, ce même participant utilisait le principe de récupération structurée, qui consistait à organiser l'information au préalable pour retrouver ensuite l'ordre de la séquence à rappeler ; Guida et al. (2009) estiment que cette stratégie fait écho au principe de structure de récupération qui sera centrale de la théorie de la mémoire de travail à court terme (Ericsson et Kintsch, 1995). Il positionnait chaque groupe de chiffres dans un ordre spécifique avec des séquences composées de groupes « premiers, centraux, et derniers » (traduction de Guida et al., 2009), chaque groupe pouvant correspondre à des temps pour diverses distances officielles en athlétisme (800 mètres, 1000 mètres, etc).

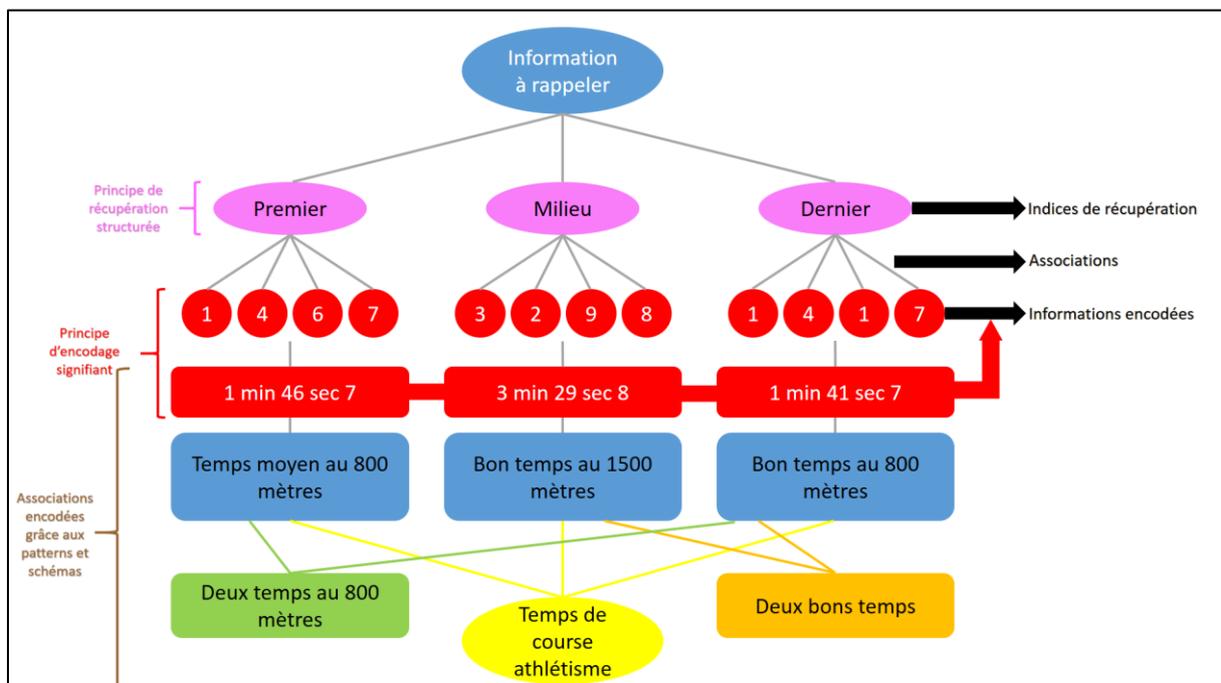


Figure 4 : Présentation des principes d'encodage signifiant et de récupération structurée dans la théorie de la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1981) dans Guida, Tardieu et Nicolas (2009)

Ces observations sur les stratégies de stockage et de récupération de l'information font écho aux travaux sur les indices de récupération, initiés par Tulving et Pearlstone (1966). Il s'agit de l'hypothèse que nous pouvons stocker de l'information en MLT mais que, en fonction de divers paramètres d'encodage, l'information peut ne plus être accessible et devient donc irrécupérable en MCT. Ces auteurs ont notamment démontré qu'en fonction de la quantité d'information regroupée, et de la condition de rappel (libre ou indicée par le nom de catégories d'items regroupés), les performances varient significativement en fonction de l'accessibilité des unités de haut niveau représentées par le nom des catégories, et de l'accessibilité des items regroupés dans les catégories, variable en fonction de la taille des groupes. Par ailleurs, Wood (1967) testa si l'effet de l'indication au rappel dépend de la présence des indices durant l'apprentissage quand le nom des catégories est utilisé comme indice. Il constatait que le rappel indicé par le nom des catégories permet un meilleur rappel que le rappel libre, que le nom des catégories soit ou non présent à l'encodage. Cependant, le rappel était meilleur quand le nom des catégories est présent lors de l'encodage c'est-à-dire quand le contexte d'encodage est identique au contexte de rappel. Ces travaux expérimentaux ont conduit au concept de l'encodage spécifique de Tulving et Thomson (1971, 1973), pouvant être expliqué par le fait que les indices de récupération sont efficaces car ils permettent d'amorcer des associations préexistantes dans le réseau associatif de la MLT. Les auteurs mirent au point dans leur procédure expérimentale une combinaison méthodique de l'absence d'indices et la présence d'indices, forts ou faibles au moment de l'encodage et du rappel, soit 9 combinaisons (avec 9 groupes de sujets). Dans le premier groupe, les mots étaient présentés de façon isolée. Dans le second groupe, les mots étaient précédés d'un mot fortement associé (Associatif +). Dans le troisième groupe, le contexte d'apprentissage était constitué d'un mot faiblement associé (Associatif -). Les sujets ont ensuite été soumis à un test de reconnaissance dans l'un des trois contextes. Les résultats vont dans le sens des deux types de mécanismes. L'effet d'encodage spécifique est montré par l'efficacité des indices lorsque ceux-ci sont identiques au rappel et à l'encodage ; en particulier, des indices faibles apparaissent efficaces (65%) par rapport au groupe contrôle ayant la même charge à l'encodage (45 %). A l'inverse, l'effet associatif est démontré par plusieurs résultats :

- Par l'efficacité des indices associatifs forts au rappel pour les groupes qui n'ont pas eu d'indices à l'encodage, ce que ne prévoit pas l'hypothèse d'encodage spécifique ;

- Par la supériorité des indices forts sur les indices faibles quand il n'y a pas eu d'indice à l'encodage (première rangée du **tableau 1** ci-dessous) ;
- Par l'asymétrie des résultats dans les conditions d'encodage spécifique (diagonale du tableau) ; Dans ce cas en effet, les indices forts restent plus puissants (84%) que les indices faibles (65%) ; A l'inverse d'ailleurs, lorsque les indices sont changés, le rappel est moins perturbé avec les indices forts.

Les deux mécanismes seraient complémentaires. L'encodage spécifique agirait lors des premières étapes de la mémorisation avant que celle-ci ne deviennent forte. Ensuite une fois que les associations sont consolidées en mémoire à long terme, c'est l'effet associatif qui agit le plus fortement sur la récupération de l'information.

		Rappel		
		0	Faible	Fort
Encodage	0	59%	46%	79%
	Faible	45%	65%	58%
	Fort	51%	38%	84%

Tableau 1 : résultats sur les taux de mots rappelés (Tulving et Thomson, 1971).

Ces résultats expérimentaux ont abouti à une définition du concept de mémoire épisodique. Selon cette théorie, chaque fois que nous apprenons un mot, un nouvel épisode est stocké avec son nouveau contexte. Tulving (1973) explique ainsi les effets de fréquence qui seraient fonction du nombre d'épisodes stockés au cours de notre vie. Si le mot « bateau » est plus fréquent que le mot « bathyscaphe » c'est que nous avons entendu, lu, écrit, vu un très grand nombre de fois ce mot ou l'objet qu'il désigne. Les concepts des mots pourraient être vus comme l'abstraction des propriétés communes aux mots communs entre plusieurs épisodes. Pour Lieury (1989), la mémoire épisodique est « emboîtée » dans la mémoire sémantique mais pas indépendante. C'est dire que les épisodes s'ajoutent à différents endroits du réseau sémantique. Dans ce modèle, les épisodes sont vus comme de petits « satellites » qui enrichissent le concept en ajoutant les adresses de nouveaux compagnons. Pour reprendre

l'idée de Tulving, le nombre épisodes produit les effets de fréquence. On peut généraliser cette idée aux associations ; l'association forte serait due au fait qu'il y a un grand nombre d'épisodes contenant l'adresse des deux mots dans le réseau sémantique ; par exemple, de très nombreux épisodes « chaud-froid » créent l'association chaud-froid. Ces idées développées par Tulving de répétition et de fréquence de l'activation de concepts dans la mémoire sémantique et d'évènements dans la mémoire épisodique n'est pas sans rappeler qu'il s'agit là d'une situation dans laquelle un individu se trouve lorsqu'il s'entraîne régulièrement dans une activité, en d'autres termes lorsqu'il développe son expertise. Son expérience croissante multiplie les répétitions d'activation des concepts stockés en mémoire sémantique utilisés dans l'activité et les évènements stockés dans la mémoire épisodiques se répètent, permettant ainsi d'enrichir le réseau, ce qui aboutit à des structures en mémoire plus riches. Ceci pourrait alors expliquer la capacité de l'expert à obtenir de meilleures performances, comparativement à un novice. Cet enrichissement du réseau en MLT irait alors de pair avec l'accroissement de l'expertise.

Des conditions similaires d'encodage et de récupération garantissent donc un rappel efficace de l'information à rappeler, tel que défini par le modèle de l'encodage spécifique de Tulving et Thomson (1971, 1973). En décrivant le concept de structures de récupération chez l'expert, Chase et Ericsson ont présentés une nouvelle conception de la MLT et de sa relation avec la MCT. Il est important de noter que cette hypothèse avait auparavant été mentionnée par Lieury (1989), en nommant le plan de récupération « une structure permettant de relier des indices de récupération, pouvant être de nature très différentes, phonologique, lexicale, sémantique, imagée, etc., la nature de l'indice conditionnant le type de plan de récupération » (Guida, Tardieu et Nicolas, 2009). Lieury (1993) propose alors 4 types de structures de récupération :

- Une structure de récupération basée sur l'image
- Une structure de récupération basée sur la sémantique
- Une structure de récupération basée sur la logique
- Une structure de récupération basée sur un code chiffre-lettre

La première structure de récupération basée sur l'image proposée par Lieury nous apparaît extrêmement intéressante compte tenu du fait que notre instrument de mesure de l'expertise s'appuiera notamment sur des présentations successives d'images de jeux vidéo.

La théorie de la mémoire experte a proposé une approche novatrice de la relation entre la MCT et la MLT via des structures de récupération qui se développent avec l'expérience et l'entraînement dans une activité donnée, autrement dit en fonction de l'expertise. Les résultats expérimentaux ont confirmé les hypothèses proposées par Chase et Ericsson. Les limites du concept de chunking dans lequel les processus d'encodage et de récupération ne se dérouleraient qu'en MCT sont ici remises en cause, au profit de l'idée que la MLT jouerait un rôle actif dans la récupération de l'information lorsqu'un individu est expert. Mais cette hypothèse selon laquelle la MLT pourrait être utilisée comme une MT fut contestée (Anderson, 1990 ; Baddeley, 1990 ; Carpenter & Just, 1989 ; Newell, 1990 ; Schneider & Detweiler, 1987 ; van Lehn, 1989, cités dans [Guida, Tardieu et Nicolas, 2009](#)). Ericsson et Kintsch (1995) proposent alors la théorie de la mémoire de travail à long terme, en reprenant les concepts fondateurs de la théorie de la mémoire experte, mais en généralisant celui-ci à l'ensemble des activités humaines et en clarifiant certains éléments conceptuels de la théorie de Chase et Ericsson.

1.3 La théorie de la MTLT : un modèle explicatif de l'expertise

Tout comme le modèle de mémoire experte ([Chase & Ericsson, 1981](#)), **le modèle de mémoire de travail à long terme (MTLT)** proposé par Ericsson et Kintsch (1995) repense l'implication de la MLT dans la récupération de l'information. Cette théorie fut développée dans le but d'étendre l'application du modèle de mémoire experte, tout en éclairant certains processus peu explicités dans les modèles explicatifs de l'expertise précédents. Ce modèle de la MTLT fait partie des théories de l'activation dans le sens qu'il propose que la MT serait une partie activée de la MLT ([Guida, Tardieu & Nicolas, 2009](#)). En effet, la structure de récupération de la MTLT, tout comme dans le modèle de mémoire experte, est l'élément-clé qui permettrait l'utilisation d'une partie de la MLT en MT. Ces structures de récupération permettraient de façon plus ou moins efficace en fonction de l'expertise d'un individu, de dépasser les limites

de l'empan mnésique de la MT, lui permettant alors de produire des processus cognitifs de haut niveau dans le contexte d'une tâche complexe (Ericsson et Kintsch, 1995). La force de ce modèle par rapport au modèle de mémoire experte de Chase et Ericsson (1981) est sa généralisation à l'ensemble des processus mnésiques et son application à tous les domaines d'activités.

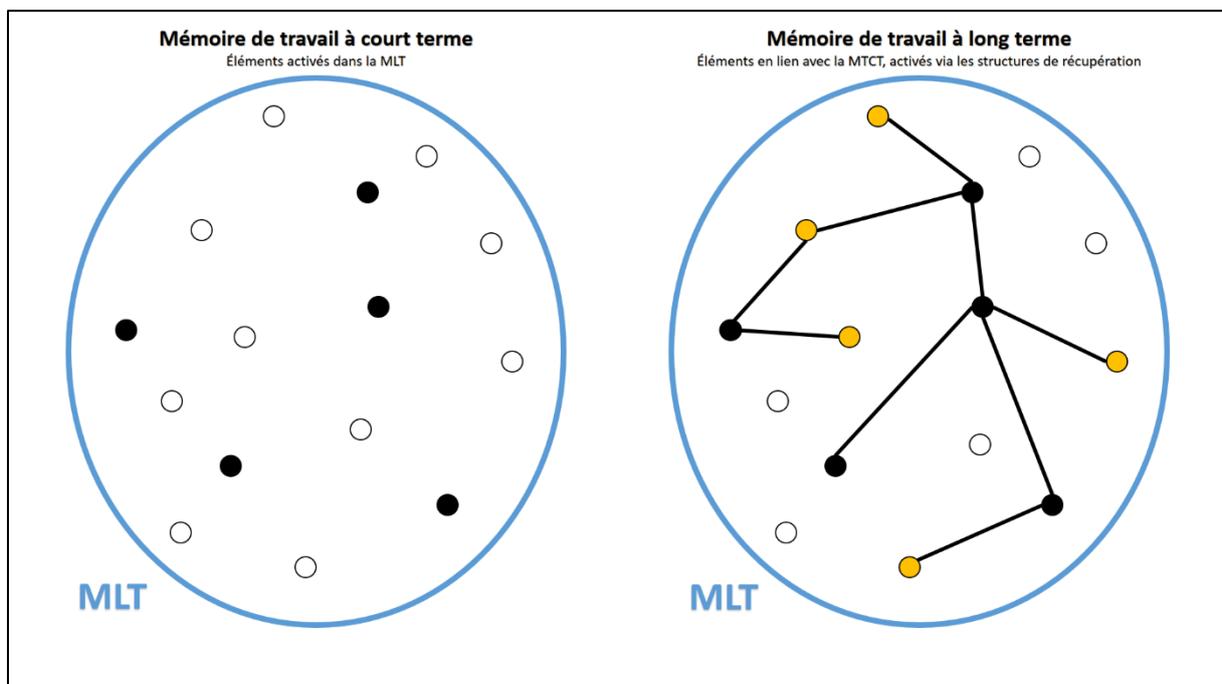


Figure 5 : Modèle de la mémoire de travail de Ericsson et Kintsch (1995) proposé dans Guida, Tardieu et Nicolas (2009). Les structures de récupération font le lien entre la MT et la MLT pour une efficacité optimale tant en capacité de stockage qu'en rapidité d'exécution. Le réseau s'enrichirait en fonction de l'expertise de l'individu.

D'après Didierjean et al. (2004), l'information serait stockée en MTLT mais ne serait accessible en MTCT (mémoire de travail à court terme, correspondant à la conception de la MT selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974) que grâce à des indices de recherche. Des structures de recherche intégrant des variables seraient reliées aux réseaux de chunks stockés en MLT et pourraient s'activer rapidement sur demande, lorsque l'individu est soumis à son domaine d'expertise. Le modèle généralisé de la mémoire à de travail à long terme s'appuie sur un grand nombre de résultats expérimentaux tels que la mémorisation de longues séries de chiffres ((Hatano, Amaiwa et Shimizu, 1987 ; Richman, Staszewski et Simon, 1995), au calcul mental (Ericsson, 1985 ; Jensen, 1990), à la mémoire des garçons de café (Ericsson et Poison, 1988), à l'expertise au jeu d'échecs et à la compréhension de texte (Recht et Leslie, 1988 ; Schneider, Körkel et Weinert, 1989 ; Walker, 1987 ; Yekovich, Walker, Ogle et Thompson, 1990) (cités dans Didierjean, Ferrari et Marmèche, 2004). Les conclusions de ces résultats

rapportent que les experts, quelle que soit leur spécialité, ont élaboré avec l'expérience et l'entraînement **des structures de connaissances** qui leur permettent d'encoder et de récupérer l'information stockée en MLT plus rapidement. Deux types de structures de connaissances permettraient à l'expert d'encoder rapidement de l'information en MLT : **les structures de récupération et les schémas**. Ericsson et Kintsch définissent les structures de récupération comme « un ensemble d'indices de récupération organisé en une structure stable » (1995, cité dans [Didierjean, Ferrari, Marmèche, 2004](#)). Les schémas sont donc une deuxième voie d'encodage possible dans le modèle de la MTLT. Ils contiendraient des composantes sémantiques et stratégiques liée au domaine d'expertise de l'individu. Ces deux structures de connaissances se développeraient avec l'expertise, de telle manière que des structures de récupération et des schémas s'associeraient avec l'entraînement et l'expérience.

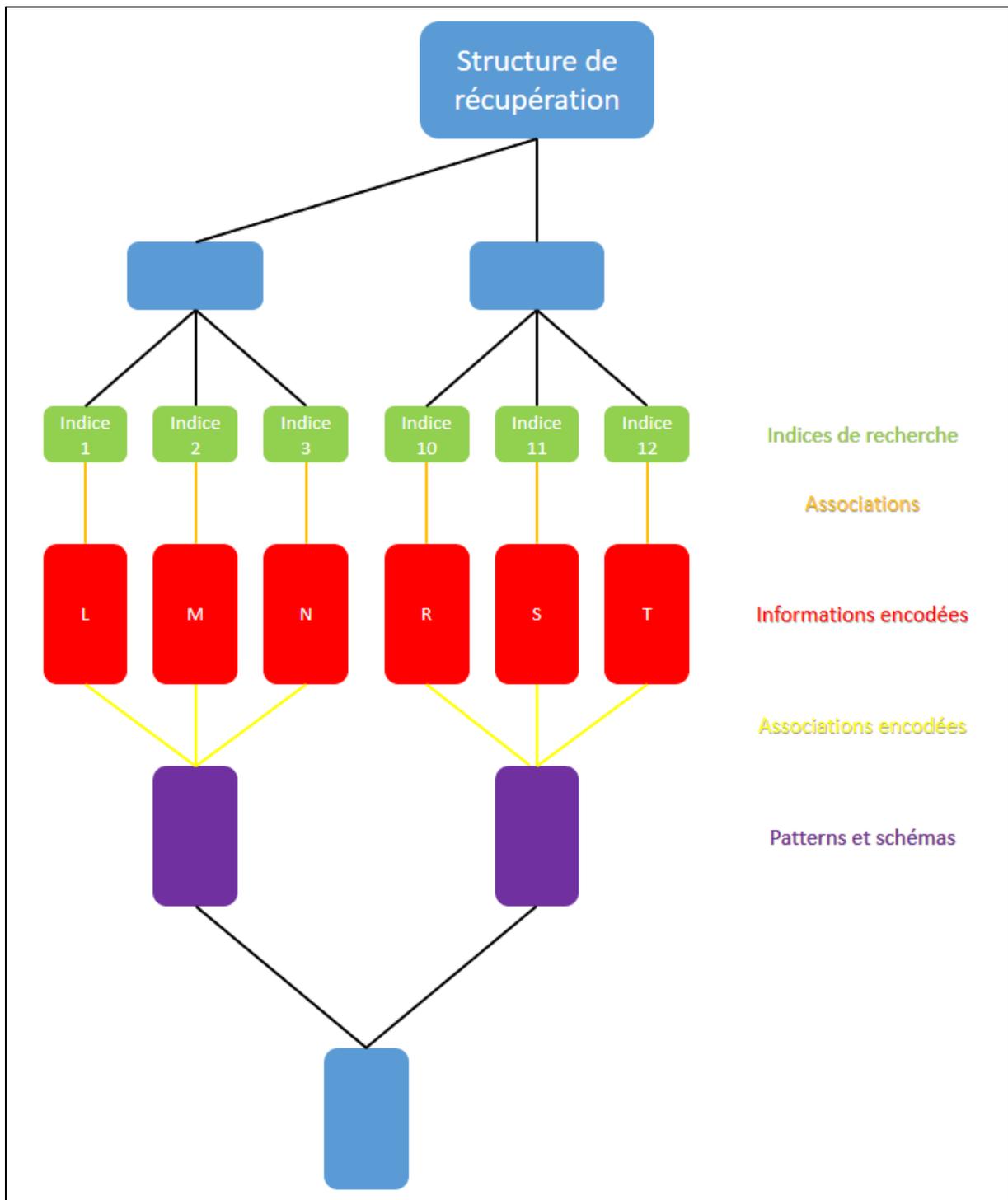


Figure 6 : Les structures de connaissances dans la mémoire de travail à long terme (Ericsson et Kintsch, 1995 ; cité dans Didierjean, Ferrari, Marmèche, 2004)

La MLT pourrait donc servir de stockage et permettre la récupération durant toute la phase de traitement, et ce de façon très rapide grâce aux structures de récupération et aux schémas. Lorsque l'expert est dans son activité de prédilection, le premier élément sollicité serait la mémoire de travail à court terme, proche du modèle de la mémoire de travail de Baddeley et Hitch (1974), puisque correspondant à un focus attentionnel d'une capacité d'empan

mnésique de 3 à 5 items, à la différence qu'ici la MLT joue un rôle dans ce processus. Dans cette MTCT sont maintenues actives des informations pouvant potentiellement servir d'indices de récupération et de schémas, qui vont permettre d'accéder aux informations utiles et stockées en quantité illimitée en MLT. Puis vient l'implication de la MTLT, correspondant à la partie de la MLT accessible via les indices de récupération et les schémas activés en MTCT. Ces indices vont pouvoir récupérer l'information stockée en MLT via les structures de récupération, faisant le lien entre MTCT et MTLT, et permettant ainsi un encodage et une récupération rapide et fiable de l'information pertinente pour l'expert. Comme décrit dans le modèle de Baddeley et Hitch (1974), la MT a une capacité d'empan limitée. Dans le Ericsson et Kintsch, la MTCT présente également une capacité de stockage limitée, mais elle est connectée à une base de données étendue par les structures de récupération et la richesse du réseau construit.

L'enrichissement du concept de structures de récupération permettant une « représentation mnésique intégrée » de l'information chez l'expert (« *integrated memory representation* », cité dans Guida et al., 2009) a conduit les auteurs à tester le modèle dans un plus large panel d'activités, tels que, outre l'habituel jeu d'échecs, le diagnostic médical, la résolution de problèmes, le calcul mental, la compréhension de texte ou encore les commandes mémorisées par un serveur de restaurant. Un point intéressant de la théorie de Ericsson et Kintsch tient dans le fait qu'ils proposent l'idée que les structures de récupération élaborées par un expert sont propres au domaine d'expertise, expliquant alors le fait que celles-ci ne l'avantage que dans son domaine propre. Les structures de récupération élaborées par un champion d'échecs ne seraient utilisables que dans les échecs car construites par l'interaction entre l'individu et l'activité.

La théorie de la MTLT nous intéresse au plus haut point dans cette étude puisqu'elle est fondée sur une condition majeure de sa mise en œuvre : **l'expertise**. Cette dernière se traduirait par la capacité – et la vitesse d'exécution – plus ou moins importante à utiliser une partie de la MLT et à récupérer les informations qui y sont stockées via les indices présents dans la partie active de la MT. La MT est alors vue comme une composante active de la MLT, dans laquelle l'empan n'aurait pas uniquement pour fonction un stockage temporaire mais également une capacité variable de récupération de l'information en MLT. L'expertise serait

alors fonction de l'accroissement de cette capacité, elle-même stimulée par l'entraînement et l'expérience.

Même si le concept de MTLT a été critiqué sur sa nature protéiforme et son manque de précision sur certaines de ses propriétés (Gobet, 2000), en particulier au niveau des structures de récupération et leur nature fondamentalement différentes en fonction de l'activité, il est important de souligner que diverses études en neuropsychologie et neurosciences utilisant des procédés d'imagerie cérébrale ont confirmé l'existence d'une telle structure dans le fonctionnement de notre système nerveux central (Pesenti et al., 2001 ; Haxby, Petit, Ungerleider & Courtney, 2000 ; Maguire, Valentine, Wilding & Kapur, 2003 ; Campitelli, Gobet & Parker, 2005 ; Tanaka, Michimata, Kaminaga, Honda & Sadato, 2002 ; Saariluoma, Karlsson, Lyytinen, Teras et Geisler, 2005, cités dans Guida, Tardieu & Nicolas, 2009). En effet, les observations d'experts et novices ont notamment mis en évidence l'activation plus importante de structures de la MLT dans des tâches sollicitant la MT chez les experts comparativement aux novices.

Dans notre étude sur l'expertise, ce concept de mémoire de travail à long terme nous paraît très intéressant puisqu'il apporte une explication sur les différences de performances entre un novice et un expert dans un domaine donné. D'une part, les processus de récupération des connaissances stockées en MLT seront plus rapides et plus efficaces. D'autre part, ces mécanismes ne se développent que dans le domaine dans lequel l'individu sera expert, car cette capacité à utiliser une partie de la MLT comme MT et à développer des processus de récupération efficaces se développent par l'entraînement et l'expérience et donc par l'interaction entre l'expert en devenir et l'activité.

1.4 Les perspectives théoriques sur la mémoire de l'expert après la théorie de la MTLT

En réponse au modèle d'Ericsson et Kintsch qui connut un succès retentissant au sein de la communauté scientifique, un certain nombre de recherches ont proposé des approches originales voire radicalement divergentes par rapport à la littérature portant sur la MTLT. Ces considérations nouvelles sur l'expertise ont apporté un éclairage complémentaire qui a permis de mieux définir ce concept. Par ailleurs, ces modèles ont été proposés dans des contextes d'études nouveaux, élargissant alors le champ d'étude de l'expertise qui peut être exploré

dans une vaste gamme d'applications, compte tenu du fait que l'expertise peut s'observer dans absolument toutes les activités humaines.

C'est notamment le cas de Vicente et Wang (1998) qui proposent une **approche écologique** autour du concept d'expertise. Leurs travaux expérimentaux sur le concept d'expertise ont été réalisés autour d'activités tels que l'œnologie ou le sport, dans lesquelles l'étude de l'expertise se manifeste dans un contexte à la fois cognitif et sensori-moteur, contrairement au jeu d'échecs ou autres activités de mémorisation pure où les processus cognitifs de l'expert seront isolés le plus possible. Selon ces auteurs, les recherches antérieures et actuelles sur l'expertise ont bien montré une corrélation significative entre l'expertise dans un domaine donné et les performances de rappel. Cependant, malgré le grand nombre de ces études, la littérature n'apporterait cependant aucune explication théorique satisfaisante. Ces auteurs ont d'ailleurs publié une critique remettant en cause le bien-fondé de la théorie de la mémoire de travail à long terme (Vicente et Wang, 2000). Une approche écologique est donc proposée par les auteurs pour pallier aux déficiences de la théorie de Kintsch et Ericsson. D'après Tricot (2001), le modèle écologique de Vicente et Wang (1998) « tente de rendre compte du fait que le rappel en mémoire dépende de la tâche plus que d'un éventuel stockage. L'apprentissage serait essentiellement un processus adaptatif à l'environnement. Le développement d'une expertise impliquerait un traitement économique et perceptif ».

D'après Tricot et al. (2005), l'expérience de Miles- Worsley et al. (1988) montre des résultats qui semblent aller dans le sens d'un fonctionnement de la mémoire écologique, sélectif et économique, tel que le propose Vicente et Wang (1998). Cette expérience consistait à présenter à des radiologues une tâche de reconnaissance basée sur une présentation de diapositives présentant une radio de poumons sains ou malades. L'expérience fut réalisée avec 4 groupes de participants : des étudiants en premier cycle de médecine, des internes en première année de radiologie, de jeunes praticiens hospitaliers et des radiologues expérimentés. L'expérimentateur présentait 20 diapositives de poumons sains mélangées, de façon aléatoire, avec 20 diapositives de poumons atteints d'une lésion. Le temps de présentation de chaque diapositive était de 500 millisecondes. Puis les diapositives initiales étaient mélangées avec 40 nouvelles diapositives respectant les mêmes proportions (20 diapositives de poumons sains, 20 de poumons atteints d'une lésion). La tâche demandée aux

participants consistait à déterminer si la diapositive présentée fait partie du premier panel de diapositive ou du second panel. En parallèle, une tâche contrôle portait sur la reconnaissance de visages. Les performances des participants étaient au final mesurées à partir du taux de reconnaissance. Ces résultats ont bien montré que les performances allaient de pair avec le niveau d'expertise des participants en radiologie. Cependant, les auteurs ont constaté que cette supériorité n'était significative que lorsqu'il s'agissait de radio de poumons malades. Pour ce qui concernait les radios de poumons sains, les performances n'étaient plus fonction du niveau d'expertise, puisque les performances chutaient au-delà du groupe des internes en 1^{ère} année, lorsque les participants sont pleinement professionnels dans le domaine. D'après Tricot (2005), cela peut s'interpréter par le fait que les radios de poumons sains ne sont pas des informations pertinentes à encoder pour les experts. Il est intéressant de mentionner que dans la condition contrôle où il ne s'agit plus du domaine d'expertise en question, cette différence entre les groupes de participants n'est plus mise en évidence. Cette expérimentation a pu mettre en évidence des caractéristiques spécifiques des processus perceptifs chez l'expert. Celui-ci perçoit l'information plus rapidement quand il s'agit de son domaine d'expertise, et détermine ainsi plus efficacement l'information pertinente à encoder du reste, comparativement à un novice, dans un principe d'économie et d'optimisation de l'information à traiter.

Fondateur de la théorie de la charge cognitive en 1988, qui correspond à « l'intensité du traitement cognitif mis en œuvre par un individu lorsqu'il réalise une tâche donnée dans un contexte particulier » (Chanquoy, Tricot & Sweller, 2007), John Sweller développe dans la continuité de ces travaux le concept **d'effet de renversement de l'expertise** (*expertise reversal effect*) (Sweller, 2003). Ce concept fait référence au fait que l'expert possède des schémas de conduite permettant une réalisation efficace de la tâche par rapport à un novice. Le point central de ce modèle est la capacité limitée de la MT (Amadiou, Tricot & Mariné, 2004, cité dans Tricot et al., 2005). Si l'activité présente des indications permettant de guider les actions pour réaliser la tâche au mieux, et permettant d'assister efficacement un novice, l'effet inverse se manifeste chez l'expert. En effet, le guidage surchargerait la capacité d'encodage de l'administrateur central et parasiterait la bonne exécution des schémas déjà présents en MLT chez l'expert.

1.5 Mémoire et expertise : synthèse sur les propriétés de la mémoire chez l'expert

Les travaux théoriques et expérimentaux sur l'expertise ont donc permis de mettre en évidence certaines caractéristiques qui se développent avec l'expertise dans un domaine donné, ce qui nous permet alors de présenter une brève synthèse en 10 points clés sur les caractéristiques fondamentales de la mémoire chez l'expert que nous avons précédemment développées.

- 1) L'expert ne possède pas de capacités de mémoire ou de raisonnements supérieurs à celles d'un novice, ce qui se vérifie aisément lorsque ces deux catégories d'individu sont testées dans une tâche contrôlée hors du domaine d'expertise ([De Groot, 1965](#))
- 2) La nature et l'organisation des connaissances spécifiques de l'expert expliquent ses performances supérieures ([Chase et Simon, 1973](#))
- 3) L'expert présente une capacité supérieure de sélection de l'information pertinente lorsque celle-ci est dans son domaine d'expertise ([Chase et Simon, 1973](#))
- 4) De par sa rapidité supérieure de l'encodage et de la récupération de l'information, et par le biais du processus d'accélération, l'expert a une rapidité d'exécution supérieure ([Chase et Ericsson, 1981](#) ; 1982)
- 5) Plus l'expertise dans un domaine est importante, plus le réseau des structures de récupération faisant le lien entre la MT et la MLT sera riche et permettra une récupération de l'information plus rapide et plus efficace ([Ericsson et Kintsch, 1995](#))
- 6) L'expert présente une capacité à résister aux interférences, puisque celui-ci utilise une partie de sa MLT comme MT contrairement au novice qui n'utilise que sa MT alors surchargée ([Ericsson et Kintsch, 1995](#))
- 7) L'expert se caractérise par sa capacité supérieure à catégoriser et à nommer les objets appartenant à son domaine d'expertise ([Johnson et Mervis, 1997](#))

- 8) L'expert présente des processus perceptifs accélérés dans l'analyse des données issues de son domaine d'expertise (Chase et Ericsson, 1981 ; 1982 ; Gobet, 2000)
- 9) Lorsque l'on compare les stratégies employées par les novices et les experts dans un domaine, on observe que le traitement cognitif de l'expert répond à un principe d'économie (Vicente et Wang, 1998 ; Sweller, 2003)
- 10) L'expert possède des schémas intégrés pouvant amener à des situations d'ancrage dans un contexte, nommés « effet de renversement de l'expertise » (Sweller, 2003).

2. La théorie de la mémoire encyclopédique : un indicateur de l'expertise sur les connaissances lexicales et imagées



Figure 6 : Une classe d'école primaire française en situation de cours. L'étendue du vocabulaire s'accroît considérablement chez l'enfant. Non seulement sa mémoire sémantique et lexicale s'enrichit, mais elle va également se spécialiser : des panels de mots, de concepts, de schémas deviendront spécifiques à une discipline comme les mathématiques ou l'histoire. En outre, les processus mnésiques tels que le traitement, l'encodage et la récupération de l'information vont progressivement développer des propriétés particulières pour chaque activité humaine dans laquelle un individu construit ses connaissances et son savoir-faire. C'est le concept de mémoire encyclopédique développé par Lieury et al. (1995) (Source : Wikipédia, photographie libre de droit).

La recherche en France sur l'estimation de l'étendue du vocabulaire à l'école et son évolution au fil du cursus scolaire des élèves a été marquée par Ehrlich, Bramaud du Boucheron et Florin (1978 ; cité dans Déro et Fenouillet, 2014). A partir d'une évaluation initiale de la quantité moyenne de vocabulaire chez un adulte, estimée ici à 13500 mots, les auteurs ont comparé cette valeur de référence à la part de ces mots que les élèves de chaque classe du CE1 (7 ans)

au CM2 (10 ans) peuvent connaître. Ils ont tout d’abord pu constater une évolution évidente de cette quantité de vocabulaire en fonction de l’avancée des élèves dans leur cursus scolaire, mais ils ont également pu obtenir des estimations précises de la part de mots connus pour chaque classe. Par ailleurs, l’étude ne portait pas uniquement sur les connaissances lexicales, mais également sur le contenu sémantique des mots présentés. Autrement dit, ils s’intéressaient à la capacité des élèves à pouvoir donner une définition précise à chaque mot. Cette 2^{ème} analyse a permis aux auteurs de constater l’évolution des connaissances des élèves tout au long de leur formation à l’école.

Niveau scolaire	CE1	CE2	CM1	CM2
Nombre et % des 13500 mots connus pour chaque classe en moyenne	3026 (22.4%)	3913 (29%)	5193 (38.5%)	6143 (45.5%)

Tableau 2 : Estimation du nombre et de la part des mots connus en rapport aux 13 500 mots de référence dans l’étude de Ehrlich et al. (1978)

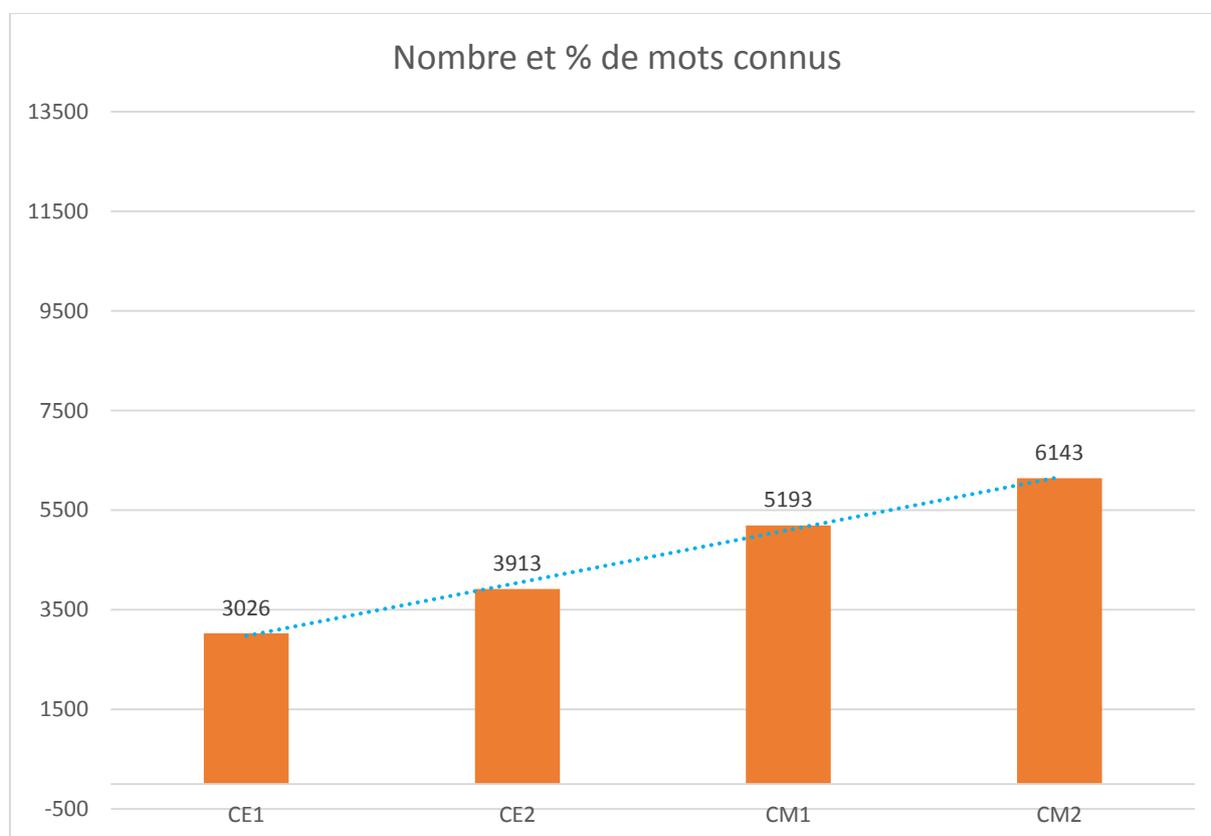


Figure 7 : Représentation graphique présentation l’évolution de la quantité de vocabulaire connu en rapport aux 13 500 mots de référence dans l’étude d’Ehrlich et al. (1978)

Mais cette étude ne rendait pas compte de la quantité de connaissances assimilée pour chaque discipline enseignée. En effet, il serait intéressant de constater comment chaque matière enseignée à l'école est représentée au niveau du stock de mots assimilés au fil des années à l'école. En référence à la quantité de connaissances lexicales, imagées, etc. en rapport avec une discipline spécifique enseignée, telles les mathématiques, l'histoire ou la biologie, Lieury proposa alors le concept de **mémoire encyclopédique** (Lieury, Van Acker, Durand, 1995a, 1995b, cité dans [Déro et Fenouillet, 2014](#)). Ces connaissances spécifiques seraient bien stockées en mémoire sémantique et en mémoire lexicales, mais elles seraient spécifiques pour chaque discipline, avec des processus cognitifs et des mécanismes neurologiques qui leur seraient propres. Comme le soulignent Déro et Fenouillet ([2014](#)), les connaissances scolaires sont particulières à chaque discipline : on trouve souvent des équations, des nombres et des procédures logiques en mathématiques, des cartes, des époques, des noms et des schémas en histoire et géographie, etc. Cette hypothèse d'un mécanisme spécifique à un domaine en MLT rejoint la conceptualisation d'Ericsson et Kintsch dans la théorie de la mémoire de travail à long terme ([1995](#)). Ces connaissances scolaires spécifiques s'avèrent être souvent des noms propres et des mots polysémiques, renvoyant à une définition particulière pour plusieurs matières, mais ces éléments sembleraient bien « rangés » en MLT par spécialité lorsqu'il s'agit de récupérer cette information en mémoire de travail lors d'une tâche de reconnaissance ou de rappel.

Lieury travailla donc sur la théorie de la mémoire encyclopédique dès [1991](#). Il définit celle-ci comme la somme des connaissances lexicales et imagées, correspondant à la base de données stockée en MLT. Ce concept fut développé dans le contexte spécifique de l'environnement scolaire, en étudiant l'acquisition et l'évolution des connaissances des élèves en fonction de divers paramètres. Lieury et ses collaborateurs ont alors pu développer une échelle de mesure de la mémoire encyclopédique représentative de ce registre stocké en MLT. Dans ses travaux, il explique l'importance du vocabulaire dans le développement cognitif, qui est notamment une composante centrale dans des tests tels que celui de Binet & Terman (Stanford-Binet) ou l'échelle de Wechsler ([Lieury & Lorant, 2013](#)). C'est en s'intéressant aux mécanismes d'acquisition de nouveaux mots chez les élèves d'école primaire que Lieury a alors développé le concept de mémoire encyclopédique. Cette mémoire des connaissances a plus précisément

été étudiée par Lieury et al. en 1995 auprès d'élèves de la 6^{ème} à la 3^{ème} de collège, en s'intéressant à leur acquisition du vocabulaire technique dans 8 matières telles que les mathématiques, l'histoire, le français, la biologie, etc. Cette étude longitudinale a permis la construction d'un test évaluatif de la mémoire encyclopédique dans ces différentes disciplines scolaires se présentant sous la forme d'un questionnaire à choix multiple. En plus de mots issus du vocabulaire courant, la construction du test a nécessité l'évaluation de la quantité des mots spécifiques à chaque discipline et pour chaque niveau scolaire permettant d'évaluer la mémoire encyclopédique. La liste des mots techniques a été récupérée dans les manuels scolaires de chaque niveau par des juges, étudiants en 3^{ème} année de licence, de façon à pouvoir quantifier la quantité de ces mots et l'évolution de leur nombre de la 6^{ème} à la 3^{ème}. Les auteurs constatèrent que les mots techniques étaient d'environ 6000 mots en 6^{ème}, pour un peu moins de 24000 mots en 3^{ème}. Plusieurs QCM ont pu alors être construits comprenant environ 100 mots techniques par matière. Ces QCM étaient soumis en fin de chaque année, afin d'évaluer la quantité de nouveaux mots techniques stockés en mémoire à long terme (Déro et Fenouillet, 2014). Les résultats de cette étude ont montré que la mesure de la mémoire encyclopédique, obtenue à partir du score des QCM lui-même évaluée à partir des « réussites – erreurs » pour chaque item, est fortement corrélée avec la moyenne générale annuelle des élèves. En classe de 6e, la corrélation est de .60 (n= 190), de .72 en 5e (n = 138), puis .59 dans les classes de 4e (n = 147) et, enfin, de .61 en classe de 3e (n = 174). Le score réussite-erreur des QCM explique 41 % de la variance des résultats au brevet des collèges (r = .64 ; n = 174). On constate que ces corrélations sont plus importantes que celle obtenue entre le test de raisonnement du D70 (.50) avec la moyenne générale en 5e (Lieury, 1997) (Déro et Fenouillet, 2014). Les corrélations obtenues alors entre les scores de mémoire encyclopédique et de réussite scolaire étaient élevées (.60 à .90), des valeurs plus importantes comparativement aux corrélations entre MCT/MT et réussite scolaire. Lieury a donc pu démontrer l'importance de la mémoire encyclopédique dans la réussite scolaire, remettant en cause l'idée que la MLT y jouerait un rôle passif, alors que des processus tels que le raisonnement sont souvent mis en avant dans ce contexte. La réussite scolaire dépendrait au contraire fortement des connaissances variées stockées en MLT, que Lieury a donc intégré dans le concept de mémoire encyclopédique, tandis que le raisonnement y serait moins lié (Xuan, 1969 ; Aubret, 1987, cités dans Déro et Fenouillet, 2014). Plutôt que l'hypothèse qu'une MT efficace permettrait une meilleure acquisition des connaissances, Lieury propose alors

l'idée inverse : des connaissances riches et structurées en MLT permettraient une meilleure utilisation de notre MT (Lieury & al, 1997). Cette approche rejoint le modèle de la MTLT Ericsson & Kintsch (1995), dans lequel les mécanismes de récupération de la MT des connaissances stockées en MLT vont varier en fonction de l'expertise.

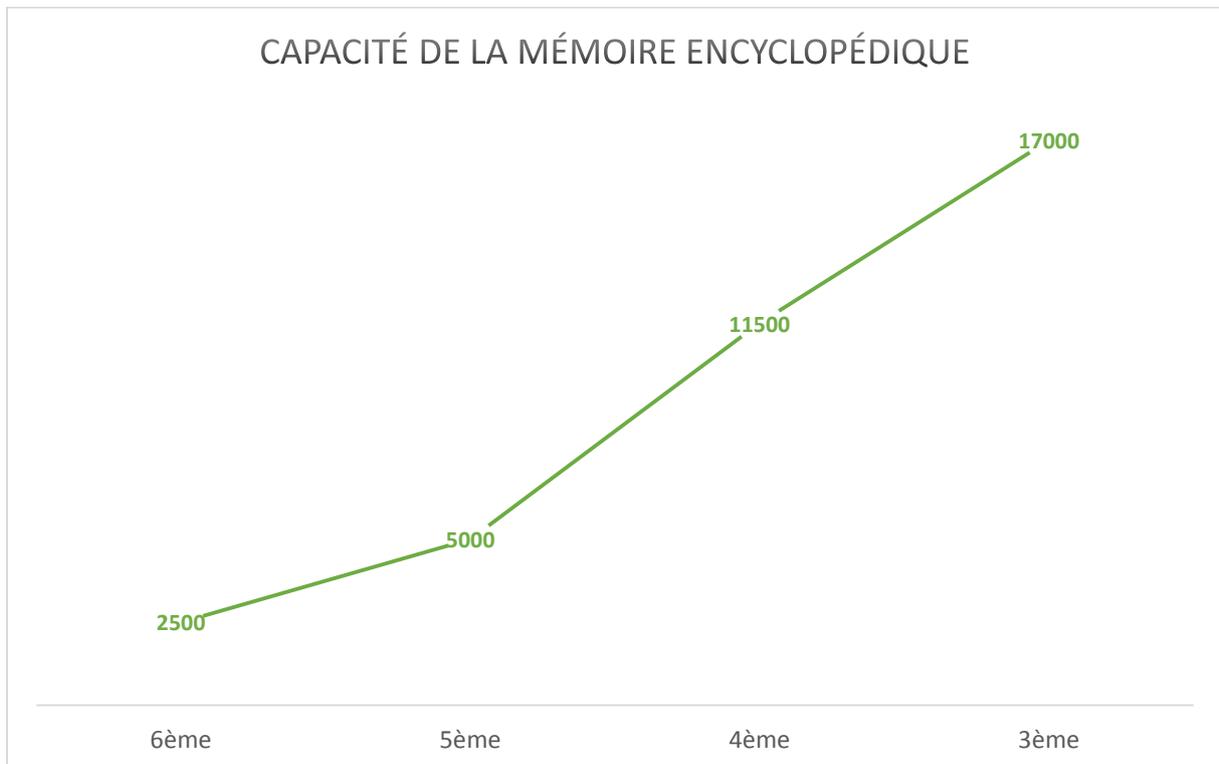


Figure 8 : Capacité de la mémoire encyclopédique dans les connaissances scolaires estimée dans Lieury et al. (1995) auprès d'élèves de la 6^{ème} à la 3^{ème}.

Le contexte d'étude de la mémoire encyclopédique fut généralisé plus tard avec Postal et Lieury (1998), qui s'intéressèrent à la quantité de connaissances lexicales et imagées dans d'autres domaines que l'école, tels que le sport ou la musique. Néanmoins, il s'agissait encore de déterminer si ces connaissances extra-scolaires pouvaient s'avérer être des indicateurs de la réussite scolaire.

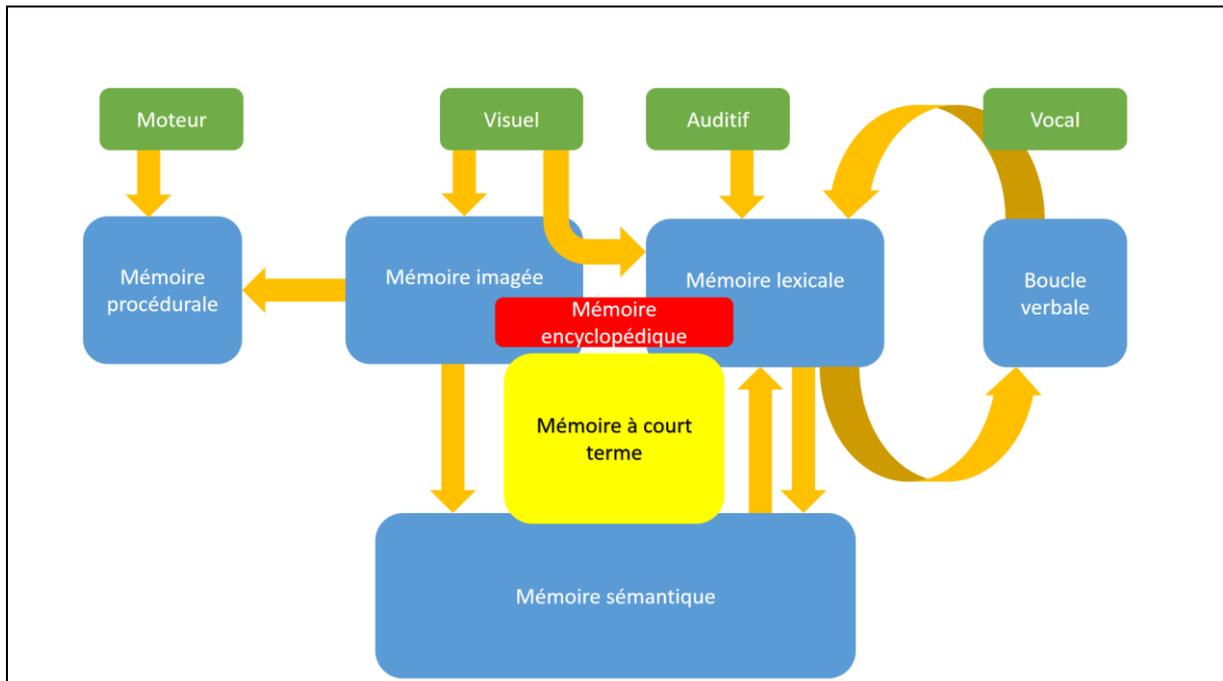


Figure 9 : Représentation des différents modules de mémoire d'après Lieury (1997 ; 2000)

A partir de ce concept de mémoire encyclopédique spécifique aux connaissances scolaires que Lieury et ses collaborateurs ont proposé, et en tenant compte de leur démarche méthodologique pour évaluer le niveau de ces connaissances et sa relation avec la réussite scolaire, il nous a alors semblé pertinent d'étudier et de proposer une mesure de l'expertise sous l'angle des connaissances encyclopédiques -lexicales et imagées- dans notre contexte d'étude : les jeux vidéo. En effet, l'évaluation des connaissances encyclopédiques, son évolution au fil de l'apprentissage scolaire et son impact sur la réussite à l'école nous a conduits à proposer l'idée que le fait de tester des individus sur l'étendue de leurs connaissances lexicales et imagées spécifique à un domaine pourrait être pertinent pour mesurer leur niveau de performances dans cette même activité. Autrement dit, mesurer la quantité de connaissances encyclopédiques pourrait se révéler être un bon indicateur de l'expertise dans un domaine. Notre démarche consiste donc ici à généraliser le concept de mémoire encyclopédique à un domaine très éloigné du strict cadre académique : les connaissances dans les jeux vidéo. La démarche serait alors équivalente : établir un inventaire lexical et imagé issus de la culture des jeux vidéo et spécifique à ce domaine. Ensuite, il nous faudrait déterminer les scores obtenus, à partir de la quantité des informations lexicales et imagées présentées qui sont effectivement reconnues. Puis il conviendrait ensuite de vérifier les corrélations entre les scores obtenus au test et le niveau d'expertise dans les jeux vidéo

des individus testés, dans une démarche de validation de l'outil. Ce niveau d'expertise pourra être préalablement évalué à partir de diverses informations comme la fréquence d'utilisation des jeux vidéo, l'expérience de jeu ou encore les performances atteintes. Ces considérations méthodologiques sur la construction de notre **test d'expertise TECEJV** seront présentées dans la section intitulée [étude 2](#), portant sur sa construction et sa validation.

3. L'expertise dans le cadre des jeux vidéo

Dans le contexte des jeux vidéo, l'étude de l'expertise en psychologie cognitive nous semble particulièrement intéressante pour **trois raisons principales**. **Premièrement**, et comme nous l'avons vu précédemment, nous sommes dans un contexte d'usage très actuel, le jeu vidéo étant aujourd'hui un type d'application extrêmement répandu, populaire et intégré dans toutes les mailles de la société, que ce soit évidemment à des fins de loisirs, mais également pour des considérations culturelles, sociales, et éducatives comme nous le verrons dans la section portant sur les jeux vidéo et les Serious Games. **Ensuite**, nous estimons qu'il s'agit d'un contexte d'étude original et récent, puisque l'ampleur de cette large intégration des jeux vidéo dans nos usages n'est apparue qu'à la fin du 20^{ème} siècle. Enfin, l'hypothèse que l'utilisation d'un jeu vidéo permet de développer certaines aptitudes cognitives, perceptives ou encore sensori-motrices ont fait l'objet d'un certain nombre de recherches expérimentales. En effet, des travaux récents ont permis de démontrer que les joueurs réguliers développent de façon significative leur capacité de mémoire, et plus spécifiquement les processus de mémoire en rapport avec les apprentissages ([Clemenson & Stark, 2015](#)). Ces auteurs ont pu démontrer qu'un entraînement intensif de quelques semaines dans un jeu permettait d'accroître significativement les performances de mémoire liées aux apprentissages nouveaux. Par ailleurs, des résultats expérimentaux ont également pu démontrer que l'utilisation fréquente d'un jeu vidéo, en particulier lorsque celui-ci simule un environnement en 3D, permet de renforcer chez le joueur l'attention visuelle, la représentation d'objets dans l'espace, ainsi que le repérage dans l'espace¹. Subrahmanyam et Greenfield ([1994](#)) ont ainsi démontré qu'un jeu de navigation testé pendant deux heures par des élèves de 10-11 ans aurait un effet positif sur leurs habiletés spatiales, comparativement à d'autres catégories de jeux vidéo. L'effet du jeu de navigation était d'autant plus important lorsque le joueur avait un niveau d'habileté

¹ Les liens entre jeux vidéo, habiletés spatiales et attention visuelle, Sylvestre, 2009 : [lien n°1](#)

initial faible. L'utilisation régulière d'un jeu vidéo agirait donc également sur l'attention visuelle (Green et Bavelier, 2007). Ces auteurs ont observé l'attention visuelle de participants utilisant des jeux vidéo tels que *Tetris* ou *Medal of Honor*, dans lesquelles les stratégies vont varier quant aux éléments de l'écran que le joueur va devoir observer attentivement pour parvenir à l'objectif. Après un entraînement régulier d'une dizaine de jours, les auteurs ont pu constater que l'attention visuelle -testée avant et après la phase d'entraînement- progressait de façon significative avec les deux jeux, mais d'autant plus avec le jeu vidéo *Medal of Honor*. Les auteurs expliquent cette différence par le fait que le jeu *Tetris* est un environnement en 2D dans lequel le joueur ne va devoir porter son attention visuelle que sur un élément à la fois, tandis que le jeu *Medal of Honor* propose un environnement en 3D plus riche dans lequel le joueur va devoir porter son attention visuelle sur l'ensemble de l'écran.



Figure 10 : Captures d'écran des jeux vidéo *Tetris* (à gauche) et *Medal of Honor* (à droite).

Dans le contexte des sciences de la cognition et de l'éducation, un nombre croissant de publications est apparu dans le contexte spécifique des jeux vidéo pour étudier l'impact de l'expertise sur l'apprentissage et la motivation, lorsque ces jeux vidéo sont développés ou utilisés à des fins d'apprentissage, pour de la formation professionnelle ou en contexte pédagogique. L'expertise dans les jeux vidéo est évaluée en fonction de plusieurs indices, tels que le niveau d'expérience, le niveau de performances, la fréquence d'utilisation ou encore le niveau de connaissances. Orvis et ses collaborateurs ont pu démontrer l'influence positive de l'expertise sur les performances d'apprentissage et sur les processus motivationnels au travers de plusieurs études dans le contexte d'utilisation de jeux vidéo pour de la formation et de l'entraînement (Orvis et al., 2006 ; 2007 ; 2008). La thèse de Lee présente des effets

d'interactions de la mémoire de travail, de l'expertise dans les jeux vidéo sur l'attention et la compréhension dans les jeux vidéo ludoéducatifs (Yu-Hao Lee, 2014).

Ces constats de plus en plus nombreux sur l'effet positif de l'utilisation de jeux vidéo a eu des conséquences multiples sur notre société. On a pu voir par exemple l'université américaine de Chicago attribuer des bourses sur la base des compétences dans le jeu vidéo *League of Legend*². Dans certains pays d'Asie du Sud-Ouest tels que Taïwan ou la Corée du Sud, dans lesquels l'e-sport et les jeux vidéo sont fortement intégrés dans la culture et la société, les recrutements dans certaines entreprises peuvent se baser sur les compétences des candidats dans certains jeux vidéo tels que **Starcraft**, un jeu de gestion particulièrement populaire en Asie et faisant l'objet de compétitions nationales et internationales³. En France, nous avons pu récemment constaté que le gouvernement reconnaît la pratique de *l'e-sport*, c'est-à-dire la compétition au niveau professionnel dans le domaine des jeux vidéo. En effet, le Sénat a adopté en mai 2016 un ensemble de lois pour la reconnaissance du statut de joueur professionnel, et la création d'une Fédération Française d'e-sport⁴.

L'essor des jeux vidéo, leur richesse et leur diversité peut être vue comme une forme nouvelle de culture⁵. En outre, son utilisation sollicite un entraînement sur des compétences très diverses en fonction du type de jeu (collaboration, adresse, stratégie, raisonnement, etc) pour atteindre une maîtrise experte et parvenir aux objectifs proposés. L'hypothèse qu'il existerait donc un registre de compétences et de connaissances propres au domaine du jeu vidéo, au même titre que les connaissances académiques (Lieury et al., 1995), apparaît donc plausible lorsque nous considérons son usage dans son ensemble.

² *8^{ème} étage*, 4 sept. 2014 : « Une université américaine offre des bourses d'études aux (bons) joueurs de jeu vidéo » : [lien n°2](#)

³ La Starcraft League : [lien n°3](#)

⁴ Le Sénat reconnaît le statut de joueur professionnel et approuve la Fédération d'e-sport : [lien n°4](#)

⁵ Le jeu vidéo, cet objet culturel non-identifié, Kuperholc, 2016 : [lien n°5](#)

CHAPITRE 2. L'EXPÉRIENCE-UTILISATEUR DANS LES JEUX VIDÉO/SERIOUS GAMES

1. Notre approche de l'expérience-utilisateur

L'expérience-utilisateur, dans son acception dans le champ de l'ergonomie cognitive, est le résultat de l'interaction entre l'Homme et un dispositif informatisé. L'optimisation de cette expérience-utilisateur afin de garantir une utilisation simple, agréable et utile du dispositif est un objectif central dans ce domaine. Les aspects motivationnels et émotionnels sont décrits comme étant d'une importance centrale dans l'expérience-utilisateur. C'est pourquoi nous avons choisi de nous baser sur des mesures de **l'intérêt**, du **Flow** et de la **valence émotionnelle** pour estimer les aspects motivationnels et émotionnels de l'expérience-utilisateur dans le contexte d'usage des Serious Games.

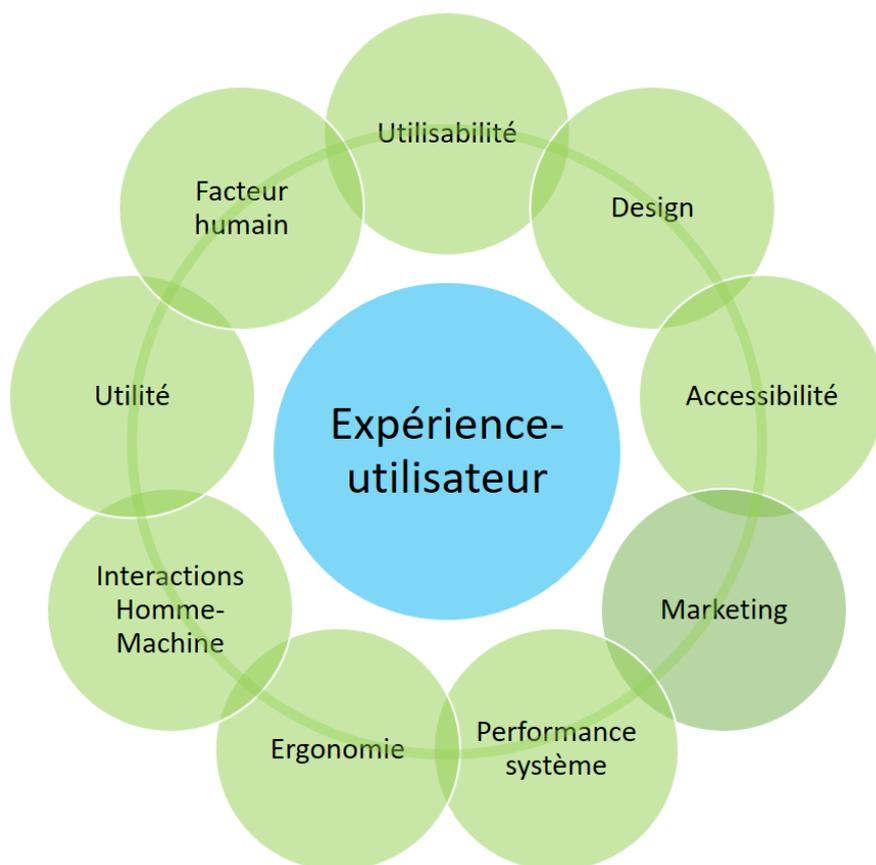


Figure 11 : L'expérience-utilisateur (User eXperience ou UX) fait référence à l'ensemble des paramètres qui déterminent l'expérience globale d'un utilisateur sur un élément (système, outil, produit, service). Cette représentation résume la somme des critères qui régissent l'expérience-utilisateur ou UX pour « User eXperience ».

1.1 Définition de l'expérience-utilisateur

A l'origine de l'expérience-utilisateur dans l'usage d'un dispositif, il y a donc l'UX Design, qui a pour vocation de comprendre les besoins des utilisateurs, leurs motivations et leurs réponses émotionnelles à chaque situation d'interaction avec un système, outil, produit ou service.

La prise en compte des réponses comportementales dans le contexte d'utilisation d'une interface est donc un élément central pour permettre de comprendre comment rendre l'expérience plus agréable, plus fonctionnelle et plus motivante pour l'utilisateur. De ce fait, toute conception passera par des tests utilisateurs.

L'UX Design est l'une des deux facettes, car il y a en parallèle le travail sur l'utilisabilité d'un dispositif, qui correspond à l'User Interface ou UI Design.

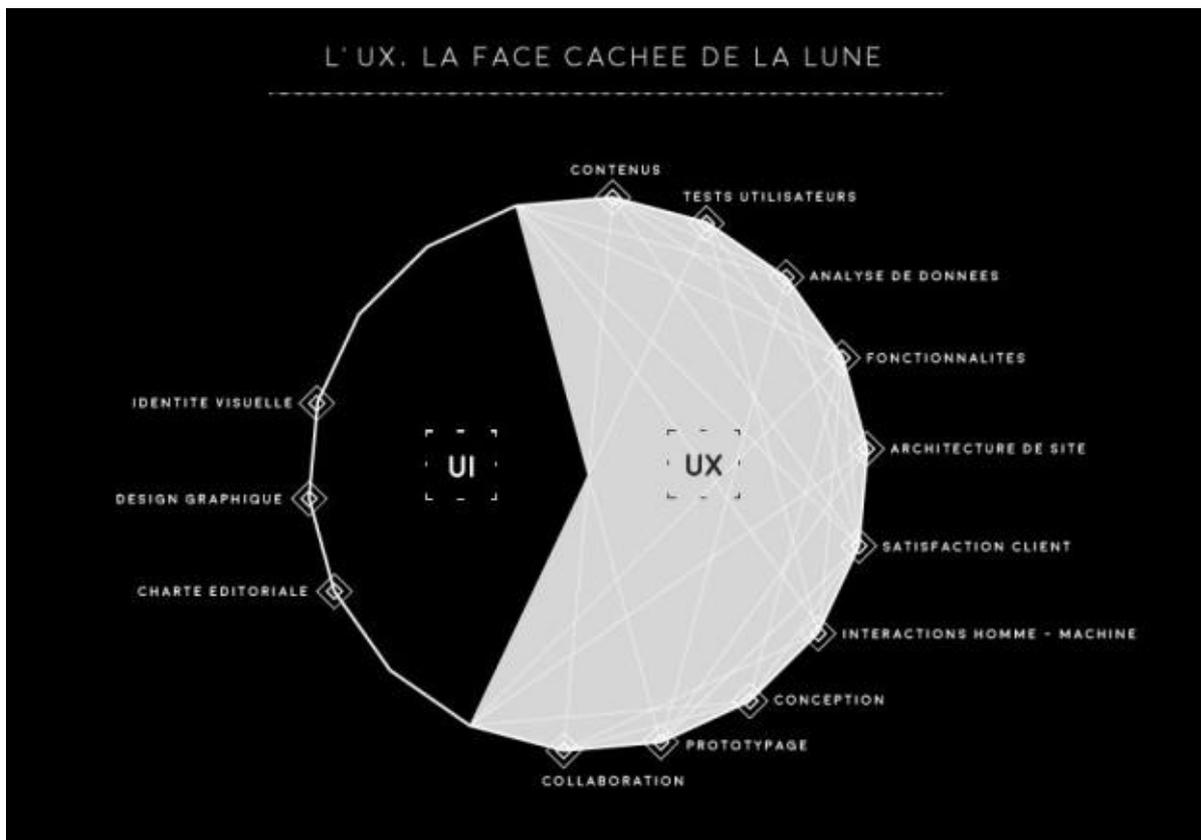


Figure 12 : représentation schématique de l'UX (User eXperience) et de l'UI (User Interface) (Source : [Agence LunaWeb](#))

1.2 Distinction utilisabilité et expérience-utilisateur

Certains spécialistes considèrent l'UI comme faisant partie de l'UX, qui comprend alors d'autres paramètres. Selon l'ergonome Nicolas le Cam (2013), tandis que l'UX tiendra compte **des attentes et des besoins de l'utilisateur** pour l'amener à concrétiser son action, sans effort excessif et dans un environnement agréable, fluide, et rassurant, l'UI concernera le travail effectué pour proposer à l'utilisateur un design fonctionnel, qui inspire confiance et qui lui permette d'arriver à son but⁶.

D'après le designer UX **Magnus Revang** (2010), il y aurait **6 étapes constitutives** d'une expérience utilisateur optimale⁷ :

- Le produit doit être **facile à trouver** : ce qui nécessite un travail de référencement en amont
- Le produit doit être **accessible** : il faut désormais concevoir des sites supportés par les différents terminaux et technologies
- Le design doit **donner envie et confiance** : il faut donc être cohérent dans le choix des graphismes et penser ergonomie
- Le produit doit être **facile à prendre en main** : il doit être suffisamment intuitif pour qu'on s'y repère facilement
- Le produit doit être **crédible** et conforme à l'image de la marque : les utilisateurs doivent être rassurés et convaincus
- Le produit doit être **efficace** : l'utilisateur doit facilement trouver les réponses à ses questions, et le produit doit être exempt d'erreurs...

⁶ UX et UI, quelle différence ? [Lien n°6](#)

⁷ Les étapes menant vers l'UX optimale : [lien n°7](#)

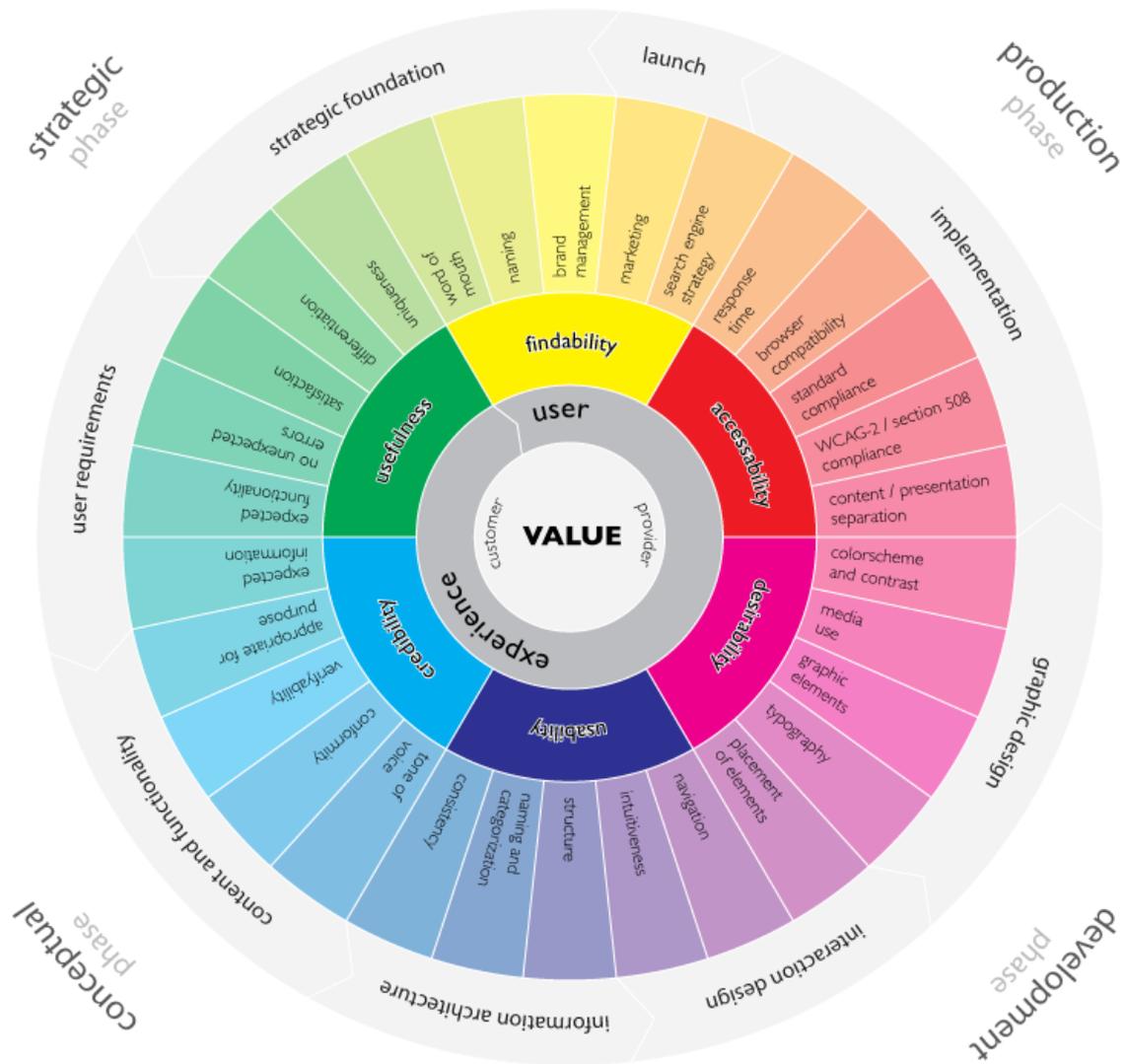


Figure 13 : « The User Experience Wheel » par **Magnus Revang**, qui représente les éléments constitutifs de l'expérience utilisateur et les différentes étapes de conception sous-jacentes.

1.3 Les aspects motivationnels et émotionnels dans l'expérience-utilisateur

Citation : « *Les besoins psychologiques sont des qualités de l'expérience dont chaque individu a besoin pour s'épanouir* ». (Sheldon et al., 2010)

L'expérience-utilisateur dépend donc en synthèse de deux grands facteurs : **les facteurs liés au produit et les facteurs liés à l'utilisateur**. Tandis que les facteurs liés au produit font référence aux aspects ergonomiques, informatiques, et techniques pour sa conception et son

optimisation, les facteurs liés à l'utilisateur vont concerner sa réponse comportementale, avec les processus cognitifs et les émotions qui en résultent.

Dans l'utilisation d'une application informatique, l'utilisateur va ressentir des émotions et en fonction de la qualité de son expérience dans l'activité, et de ses intérêts personnels, va être plus ou moins motivé à poursuivre son activité. Il nous apparaît alors pertinent de nous y intéresser, afin de mieux comprendre l'expérience-utilisateur et de trouver de nouveaux leviers afin d'améliorer celle-ci. C'est à partir de cet objectif que nous nous sommes orientés vers l'étude de la motivation et en parallèle aux affects dans l'utilisation des jeux vidéo.

L'expérience-utilisateur comprend donc deux aspects fondamentaux parmi de multiples pour étudier et optimiser l'interaction homme/machine dans le contexte d'utilisation des NTIC : la motivation et la valence émotionnelle. Ces considérations motivationnelles et émotionnelles dans l'expérience-utilisateur nous ont conduit à nous intéresser à ces deux aspects, combinés dans un concept unique et novateur dans le contexte d'utilisation des Serious Games : l'intérêt, défini comme une émotion motivationnelle, que nous définirons dans le point suivant : la motivation dans les jeux vidéo.

1.4 L'expérience-utilisateur et les jeux vidéo

D'après Caroux et al. (2010), il serait nécessaire de considérer une utilisabilité propre à l'environnement du jeu vidéo⁸. L'interactivité est notamment un des paramètres qui distingue le jeu vidéo de l'application informatique classique, tel qu'un site web ou une plateforme de e-learning. Le rôle central du joueur dans son expérience vidéoludique amène les auteurs à penser que l'élaboration d'un modèle théorique de l'expérience-utilisateur spécifiquement adapté pour le contexte des jeux vidéo serait pertinente pour une optimisation ergonomique adaptée.

Compte tenu de notre objet de recherche, la place particulièrement importante de l'individu en contexte d'utilisation d'un jeu vidéo nous amène à penser que le facteur humain, et plus particulièrement les processus motivationnels et émotionnels sont d'une importance cruciale dans l'expérience-utilisateur.

⁸ UX et jeu vidéo : [lien n°8](#)

2. Etudier la motivation dans les jeux vidéo

Compte tenu du nombre de théories distinctes proposés **sur le concept de motivation**, cette recherche doctorale n'a pas l'ambition d'en proposer une synthèse ; même si des modèles intégratifs ont fait l'objet de publications et d'ouvrages (Fenouillet, 2012, 2016). Cependant, l'intérêt faisant partie de ce cadre théorique, il nous semble indispensable de présenter quelques éléments de définition sur la motivation.

2.1 La motivation : un moteur du comportement

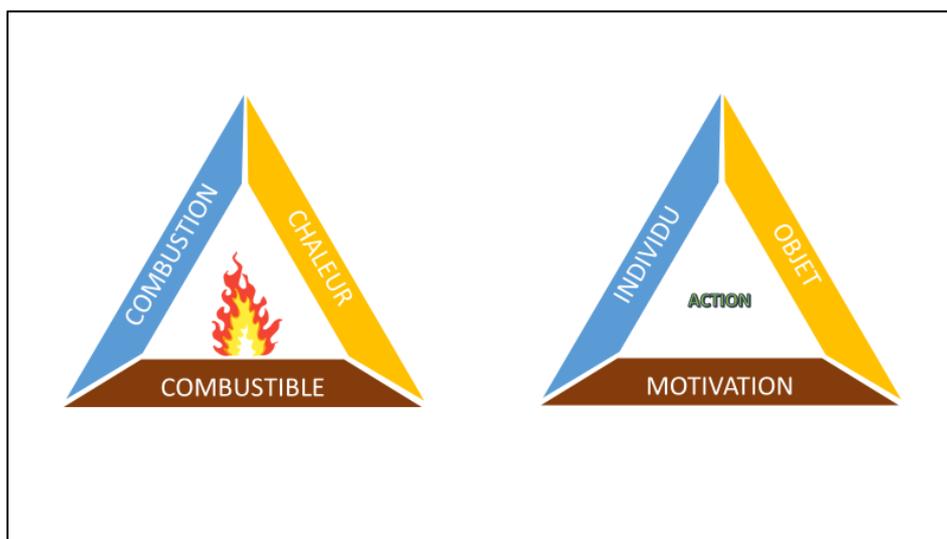


Figure 14 : Analogie entre les éléments constitutifs du feu schématisés par le triangle du feu et ceux qui déterminent l'action. La motivation est à la base d'une action. Elle pousse l'individu à agir. À l'image du triangle du feu pour expliquer les éléments indispensables à la production d'une flamme, la motivation est par définition également un point central pour entraîner un comportement.

D'après Fenouillet, définir la motivation nous amène à nous interroger sur les raisons qui amènent un individu à agir. En outre, "la motivation est ce qui explique le dynamisme du comportement" (Fenouillet, 2012). Vallerand et Thill (1993) proposent également une définition suffisamment large pour être compatible avec l'ensemble des modèles théoriques : « **le concept de motivation représente le construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité et la persistance du comportement** ».

Dans le cadre de son modèle intégratif de la motivation, Fenouillet (2012) propose que la motivation puisse être définie comme "**une hypothétique force intra-individuelle protéiforme, qui peut avoir des déterminants internes et/ou externes multiples, et qui permet d'expliquer la direction, le déclenchement, la persistance et l'intensité du comportement ou de l'action**".

2.2 Motivation intrinsèque et extrinsèque : où se situe l'intérêt ?

Les travaux en éthologie de Harlow sur des primates en 1950 ont amené à distinguer deux types de motivation : **la motivation extrinsèque et la motivation intrinsèque** (Lieury & Fenouillet, 1996).

La théorie de l'autodétermination (TAD) de Deci & Ryan (2002) a fait évoluer cette distinction. D'après ce modèle, il existerait différents types de motivation qui se distingueraient en fonction de leur niveau d'autodétermination (Heutte, 2008). Lorsque l'activité est réalisée par l'individu librement et parce qu'il en a fait le choix, la motivation sous-jacente est dite "autodéterminée". Lorsqu'au contraire l'activité est réalisée par l'individu dans le contexte d'une pression externe ou interne, et que son niveau d'implication chute significativement lorsque cette pression disparaît, la motivation sera dite "non autodéterminée". La TAD postule donc qu'il existerait 6 types de motivation en fonction de leur niveau d'autodétermination, la motivation intrinsèque étant le plus haut niveau d'autodétermination, l'amotivation - correspondant à une absence de motivation - un niveau dans lequel il y a donc absence d'autodétermination, et la motivation extrinsèque étant située entre les deux (Heutte, 2008).

D'après Blais et al. (1993), **la motivation extrinsèque** se définit par le fait de pratiquer une activité "pour des raisons instrumentales", cette activité constituant un moyen d'atteindre un but. Comme nous l'avons présenté dans la TAD de Deci & Ryan, "cette instrumentalité" (Blais et al., 1993) est plus ou moins autodéterminée et intégrée par l'individu. Ces différents niveaux d'autodétermination et d'intégration permettent alors de faire la distinction entre les différentes formes de motivation extrinsèque : la motivation extrinsèque de type régulation externe, la motivation extrinsèque par régulation introjectée, la motivation extrinsèque par régulation identifiée, et enfin la motivation extrinsèque par régulation intégrée. Dans l'ordre présenté, le niveau d'autodétermination et d'intégration est respectivement croissant.

D'après Blais et al. (1993), la **motivation intrinsèque** est une forme de motivation dans laquelle l'individu pratique une activité pour la satisfaction et le plaisir ressentis de faire celle-ci. L'activité elle-même constitue donc "une fin satisfaisante en soi et la raison fondamentale qui le motive à la réaliser" (Blais et al. 1993). Dans la motivation intrinsèque, 3 sources inhérentes de satisfaction à la réalisation d'une activité ont été mises en évidence par Vallerand et al. (1992) en s'appuyant sur les travaux de Deci sur la motivation intrinsèque et son processus de différenciation (Deci, 1975, cité dans Blais et al., 1993). Dans cette conceptualisation de Vallerand et al., il existe alors 3 formes distinctes de motivation intrinsèque : la motivation intrinsèque aux stimulations, la motivation intrinsèque à la connaissance et la motivation intrinsèque à l'accomplissement (Deci & Ryan, 1975 ; Vallerand et al., 1992 ; cité dans Blais et al., 1993). Parmi ces 3 formes de motivation intrinsèque, la **motivation intrinsèque aux stimulations** nous semble particulièrement intéressante dans le contexte de notre étude. En effet, celle-ci est définie par Vallerand et al. (1992) comme une forme de motivation intrinsèque dans laquelle l'individu pratique une activité parce qu'elle lui permet de ressentir des stimulations plaisantes d'excitation, d'amusement, d'esthétisme ou de plaisirs sensoriels. Ces ressentis nous font penser aux critères de développement des jeux vidéo, que nous détaillerons ultérieurement (cf. le modèle de Malone (1980) pour le développement d'un jeu vidéo motivant). Blais et ses collaborateurs (1993) font le rapprochement entre cette forme de motivation intrinsèque et le **phénomène expérientiel de Flow de Csikszentmihalyi (1975, 1978)** que nous traiterons plus en détails, et qui est défini comme un état mental correspondant à une profonde implication dans une activité pour laquelle nous ressentons un fort intérêt, nous amenant "à faire un avec l'environnement" de celle-ci. Blais considère également que cette motivation intrinsèque aux stimulations est un concept proche des expériences de pointe de Maslow (« *peak experiences* », 1970) et aux expériences d'esthétisme de Berlyne (1975).

Ce clivage motivation intrinsèque/extrinsèque laisse supposer que **l'intérêt** présente donc toutes les spécificités de la motivation intrinsèque (Cosnefroy, 2007), puisque lié à la satisfaction de pratiquer l'activité. L'intérêt est d'ailleurs défini comme une condition pour voir émerger la motivation intrinsèque (Fenuillet, 1998). Mais comme nous allons le voir dans

la section suivante, la richesse de ce concept, de par ses multiples composantes, le situe davantage comme un lien entre motivation intrinsèque et extrinsèque (Cosnefroy, 2007).

2.3 L'intérêt : une émotion motivationnelle multidimensionnelle

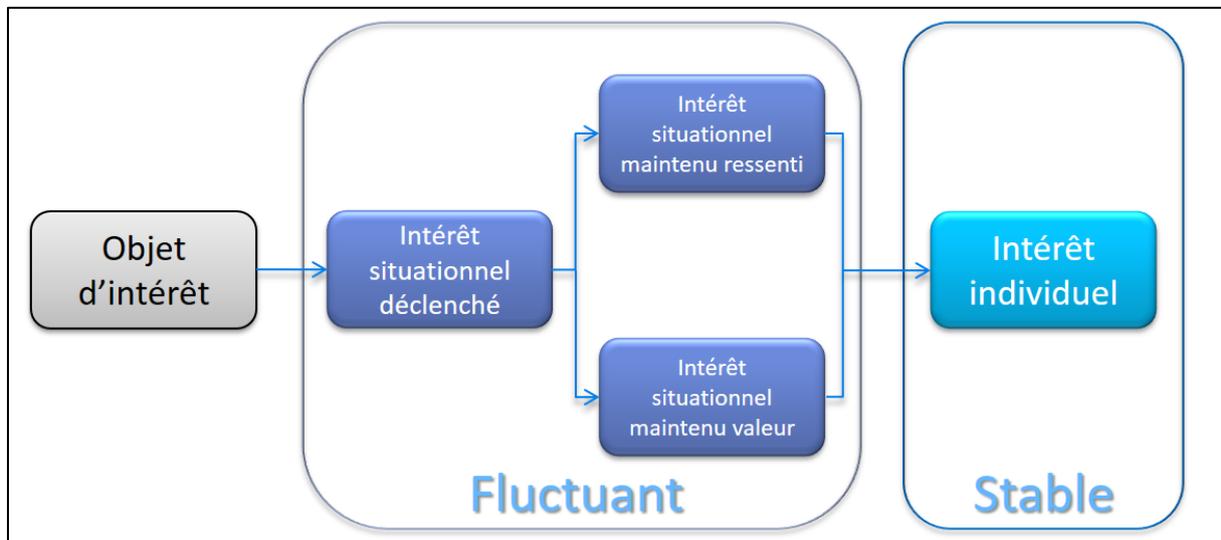


Figure 15 : Le modèle de l'intérêt multidimensionnel proposé par Mitchell (1993) puis par Linnenbrink et al. (2010). L'intérêt se caractérise par deux dimensions principales de l'intérêt : l'intérêt situationnel fluctuant et lié au contexte de l'activité, et l'intérêt individuel stable lié aux valeurs personnelles de l'individu.

L'intérêt est considéré comme une forme particulière de motivation. D'après Fenouillet (2012), le concept a historiquement fait l'objet de 3 grands axes de recherche. D'une part, l'intérêt a été étudié dans le secteur professionnel, dans lequel la recherche sur le sujet s'est notamment intéressée à la relation entre les intérêts des individus pour des activités professionnelles et le choix final du métier exercé. Étudié dans une perspective d'orientation professionnelle, ces recherches étaient tournées vers des applications directes et n'ont finalement que peu abouti à une théorisation de l'intérêt (Yennek, 2014). Parallèlement, l'intérêt fut étudié en contexte d'apprentissage, en tant que forme de motivation intrinsèque, et donc lié au plaisir de réaliser une activité (Schiefele, 1991 ; Mitchell, 1993 ; Hidi & Renninger, 2006). Enfin, l'intérêt a été étudié en rapport avec les émotions, au même titre que la joie ou la colère, et a abouti à plusieurs théories dans lesquelles l'intérêt est vu comme un état émotionnel particulier favorisant la motivation (Izard, 1991 ; Silvia, 2001, cités dans Yennek (2014)). Dans le contexte de notre recherche, l'axe 2 et 3 sont ceux vers lesquels notre présentation du concept s'est tournée, puisque nous considérons l'expérience-utilisateur au niveau des aspects motivationnels et émotionnels dans une situation d'utilisation de Serious

Games qui sont des dispositifs d'apprentissage. En outre, comme nous le verrons dans la section consacrée à la définition d'un Serious Game, ce dernier est une forme de jeu vidéo qui vise à transmettre du savoir dans un contexte plaisant et divertissant pour le joueur et apprenant, ce qui rejoint la conceptualisation de l'intérêt en tant qu'émotion motivationnelle lié au contexte vidéoludique et à la thématique abordée.

Pour revenir sur les fondements du concept d'intérêt, les recherches sur ce concept ont débuté au XXème siècle, avec le philosophe allemand Johann Friedrich Herbart (1776-1841), pionnier de la psychologie moderne et de la pédagogie (Schiefele, 1991). Il définissait l'intérêt comme un processus permettant la reconnaissance correcte et complète d'un objet menant à un apprentissage optimal, favorisant ainsi le stockage à long terme de la connaissance en mémoire, et fournissant en conséquence la motivation pour un apprentissage ultérieur. Aux États-Unis, le philosophe et psychologue John Dewey (1859-1952) fera également figure de fondateur du concept d'intérêt, en postulant que l'intérêt possède trois caractéristiques : l'intérêt est un état actif et propulsif (1), basé sur des objets réels (2) et ayant une grande signification personnelle (3). Dewey (1913) avait donc prédit très tôt son influence sur les apprentissages.

Plus tard en Allemagne, l'hypothèse de l'intérêt en tant que concept pertinent de la motivation en pédagogie est étudiée par Schiefele (1991). L'auteur parle de 6 facteurs qui permettent de considérer l'intérêt au niveau du contenu :

- Le contenu est spécifique au niveau de l'individu et/ou de l'activité
- L'intérêt est une force qui dirige le comportement, ce qui peut expliquer pourquoi un sujet cherche à atteindre des performances optimales dans un domaine précis
- Dans l'apprentissage chez les enseignants, l'intérêt joue un rôle important sur le plan des conceptions subjectives
- L'intérêt a un impact fort sur le sujet ou l'activité d'une durée variable allant de court à permanent. Il peut s'attacher à un domaine particulier comme dans une large gamme d'activités chez le sujet. Néanmoins il ne peut être considéré comme un trait de personnalité
- Utiliser des stratégies d'apprentissage particulières ou les connaissances antérieures est d'autant plus efficace lorsque l'intérêt des apprenants est pris en compte

- En milieu pédagogique, l'influence de l'instruction induira plus l'intérêt que l'orientation motivationnelle personnelle d'un individu

A partir de cet ensemble de facteurs, Schiefele (1991 ; Hidi, 1990) distingue alors deux éléments distincts dans l'intérêt : **l'intérêt individuel (1)** correspond aux préférences individuelles et leur impact sur les performances cognitives. Schiefele s'est principalement intéressé à cet aspect de l'intérêt. Les caractéristiques de ce type d'intérêt est qu'il se développe sur une longue période mais qu'il a des effets à long terme sur l'individu. D'autre part, **l'intérêt situationnel (2)** est un état émotionnel qui varie en fonction des caractéristiques de la situation. Schiefele considère que son niveau fluctue beaucoup plus dans le temps, en variant en fonction de l'environnement à l'instant *t*. Ces deux niveaux d'intérêts sont fortement liés et agissent rarement indépendamment l'un de l'autre. Tandis que l'intérêt individuel se montre stable par rapport à un domaine ou une activité, l'intérêt situationnel, déclenché par les caractéristiques de l'environnement, sera plus susceptible de varier. L'intérêt situationnel est donc un intérêt contextuel, et de ce fait beaucoup plus fluctuant que l'intérêt personnel (Cosnefroy, 2007).

L'intérêt se développe autour d'une relation avec un contenu particulier, **l'objet d'intérêt**. D'après Cosnefroy (2007), l'intérêt renvoie à une classe précise de tâches ou de domaines liés à son émergence, ce qui permet de distinguer les concepts proches « d'intérêt » et de « curiosité » (Berlyne, 1978), ce dernier étant peu dépendant des contenus (Pintrich, 2003). L'intérêt émerge donc à partir d'une interaction entre un individu et son environnement (Cosnefroy, 2007). Se manifestant comme une relation plus ou moins durable entre une personne et un domaine d'activité (Hidi, 2001 ; Krapp, 1999), il se traduit par un état psychologique comprenant **4 composantes** : le focus attentionnel, la persistance de l'effort, l'optimisation du fonctionnement cognitif, et une charge émotionnelle positive (Ainley, Hidi & Berndoff, 2002 ; Schraw & Lehman, 2001, cités par Cosnefroy, 2007).

Tout comme Schiefele (1991), les auteurs Hidi & Renninger (2006) distinguent également l'intérêt individuel de l'intérêt situationnel. Mais ils vont plus loin en proposant un modèle sur l'évolution du développement de l'intérêt en fonction du temps qui se manifeste tout d'abord par l'apparition de l'intérêt situationnel et une transition vers l'intérêt individuel. Selon eux,

l'intérêt serait un état psychologique d'engagement récurrent envers des objets, des événements ou des idées. L'intérêt peut s'expliquer sur le plan biologique mais aussi sur le plan comportemental dans le sens où il s'agirait d'une interaction entre un individu et un contenu. Cette interaction aurait pour origine l'histoire de l'individu, et évoluerait en fonction de celle-ci. L'intérêt ne serait donc pas constant, et les auteurs émettent l'idée de 4 phases dans le processus de développement de l'intérêt.

Phase 1 : Déclenchement de l'intérêt situationnel : Celui-ci se déclenche sur un intervalle de temps relativement court, lorsqu'il y a modification des traitements cognitifs et émotionnels. Cette modification a pour origine des éléments dans l'environnement perçu par l'individu, comme par exemple des informations surprenantes, ou l'identification à un personnage dans un texte lu. Il existe des conditions d'apprentissage qui peuvent favoriser le déclenchement de l'intérêt situationnel comme le travail en groupe, l'utilisation de l'ordinateur.

Phase 2 : Maintien de l'intérêt situationnel : L'intérêt situationnel peut être maintenu lorsque la situation se déroule sur un intervalle de temps important et qu'elle se reproduit régulièrement. Il peut être soutenu lorsque du sens et de l'importance à l'activité est donné. Certaines méthodes d'enseignement comme le tutorat ou l'apprentissage par projet peuvent favoriser le maintien de l'intérêt situationnel. Dans le cas d'un maintien de l'intérêt situationnel, l'individu peut passer à un état d'intérêt encore plus développé : c'est l'intérêt individuel.

Phase 3 : Émergence de l'intérêt individuel : Cet état marque le début d'une phase stable d'une prédisposition pour un contenu. L'intérêt individuel se caractérise par une sensation positive, des connaissances et des valeurs liées au contenu. L'individu est plus autonome dans la stimulation de son intérêt en faisant preuve d'anticipation, de curiosité et peut fournir des efforts importants. Malgré cette autonomie, des supports externes tels que des tuteurs ou experts qui consolideront l'intérêt dans les situations où l'activité présente un niveau de complexité élevé.

Phase 4 : Intérêt individuel développé : Cet état se caractérise par une prédisposition à pouvoir réengager du contenu de manière stable dans le temps. Il peut être favorisé par des méthodes

d'enseignement permettant l'interaction, le challenge, l'encouragement et la construction de connaissances.

Ce modèle propose une hypothèse intéressante : les différentes dimensions de l'intérêt se succèdent, se manifestant tout d'abord dans une forme de l'intérêt fluctuante et liée au contexte de l'activité, pour progressivement se stabiliser dans une forme d'intérêt liée aux connaissances et valeurs personnelles de l'individu. Cette théorie de Hidi et Renninger (2006) apporte un éclairage nouveau sur les différentes composantes de l'intérêt et leur relation, et se montre particulièrement adapté pour expliquer les processus motivationnels dans un cadre éducatif.

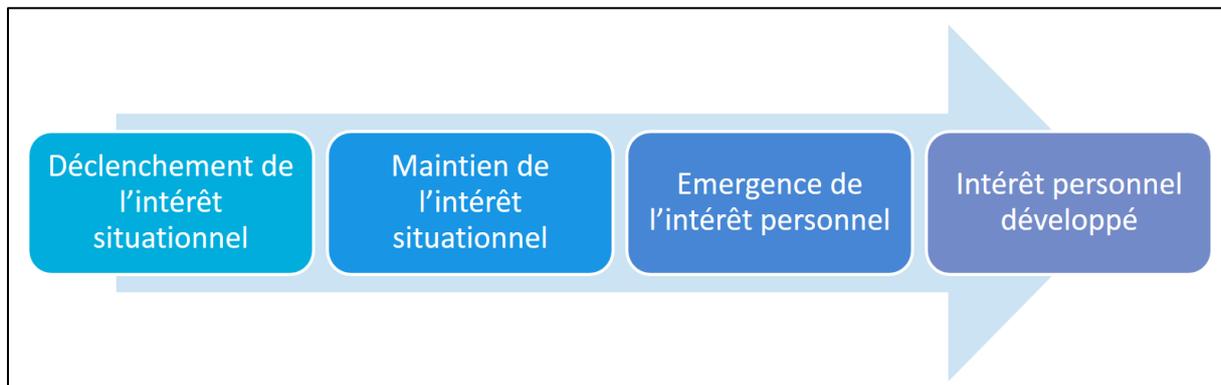


Figure 16 : Le modèle de développement par phase de l'intérêt de Hidi et Renninger (2006). L'intérêt évolue en fonction du temps, en partant de l'intérêt situationnel contextuel et fluctuant pour aboutir à l'intérêt personnel développé et stable.

D'après Cosnefroy (2007), l'intérêt désigne un état psychologique « où le rapport à l'activité n'est pas instrumental ». L'activité est au contraire autotélique, c'est-à-dire qu'elle ne sera pratiquée pour aucun autre but que l'intense satisfaction qu'elle procure. L'intérêt présente donc toutes les caractéristiques d'une motivation intrinsèque, où l'individu sera stimulé uniquement par l'intérêt et le plaisir que l'individu trouve à l'action.

Enfin, le concept d'intérêt met en relation **les processus motivationnels et les aspects émotionnels** qu'une personne peut ressentir dans une activité donnée, d'où l'idée que l'intérêt serait **une émotion motivationnelle**. D'après Yennek (2014), un certain nombre de théoriciens avancent l'idée que l'intérêt serait avant tout une émotion (Fredrickson, 2001, 1998 ; Izard, 1991 ; Silvia, 2001). Izard (1991) émet par exemple l'hypothèse que l'intérêt serait une émotion fondamentale innée qui aurait notamment pour fonction de stimuler la

motivation. Silvia (2001) a démontré que l'intérêt possède des caractéristiques typiques d'une émotion ressentie : l'expression faciale spécifique, certains paramètres physiologiques, et les comportements, notamment au niveau de l'investissement dans l'activité. L'auteur distingue la notion générale d'intérêt, qualifiée d'émotion au même titre que le bonheur ou la colère, « des intérêts », qui seraient des facteurs variables d'un individu à l'autre, qui motiveront plus ou moins à s'engager dans une activité en fonction des caractéristiques psychologiques de la personne.

2.4 Vers une mesure de l'intérêt

Les travaux de Mitchell (1993) l'ont mené vers une proposition de mesure de l'intérêt dans le contexte pédagogique, et plus précisément pour le domaine des mathématiques enseignées à l'école primaire. Il suppose également que l'intérêt se décompose en deux composantes, l'intérêt personnel et l'intérêt situationnel, en accord avec les hypothèses de Schiefele (1990).

En se référant aux mêmes hypothèses théoriques sur l'intérêt et ses composantes, Linnenbrink- Garcia et al. (2010) ont également proposé une échelle de mesure de l'intérêt tenant compte de ses dimensions individuelles et situationnelles.

Ils distinguent donc ces deux formes d'intérêt, en caractérisant d'une part **l'intérêt individuel** comme ayant une qualité dispositionnelle, en demeurant à la personne dans toutes les situations (Rathunde, 1993 ; Renninger, 2000 ; Renninger, Hidi, & Krapp, 1992 ; Schiefele, 1991) et d'autre part **l'intérêt situationnel**, qui apparaît en réponse à des objets spécifiques dans l'environnement (Hidi & Anderson, 1992 ; Hidi & Baird, 1986 ; Hidi & Renninger, 2006 ; Krapp, 2002). L'intérêt situationnel se caractérise par une réaction à la fois attentionnelle et émotionnelle par rapport à une situation, ce qui permet de différencier deux formes d'intérêt situationnel (Linnenbrink-Garcia et al., 2010). **L'intérêt situationnel déclenché** : il implique un accroissement de l'expérience émotionnelle de l'individu associé à l'environnement. D'après Mitchell (1993), l'intérêt situationnel déclenché peut être assimilé à une "capture" de l'attention d'un individu amenant à l'activation de son intérêt. Cette forme d'intérêt situationnel n'est active que durant la genèse de l'intérêt, et n'est active que si l'environnement contribuant à son développement est maintenu. **L'intérêt situationnel**

maintenu : c'est une forme d'intérêt aussi appelé intérêt "verrouillé", qui est active lorsque l'intérêt est plus avancé, en d'autres termes au moment où l'individu commence à forger un sens, une signification plus profonde de sa relation avec le contenu de l'objet intéressant.

L'intérêt individuel est relativement stable quel que soient les situations. C'est une forme d'intérêt active sur le long terme, où l'individu construit une relation profonde avec l'objet d'intérêt. L'individu acquiert des connaissances importantes sur l'objet qui l'intéresse, ce qui développe la curiosité et la valeur qu'il lui attribue (Linnenbrink-Garcia et al. 2010). Schiefele (1991, 2001) parle de deux composantes assimilées à l'objet ciblé par l'intérêt individuel : une composante liée à l'**expérience émotionnelle** ou ressenti qui se développe avec le contenu de l'objet intéressant et une composante liée à la **valeur**, qui émerge lorsque l'individu attribue de l'importance et du sens à l'objet intéressant.

Bien que l'intérêt individuel et l'intérêt situationnel soient conceptuellement distincts, il existe des modèles qui émettent l'idée d'une relation entre eux. En l'occurrence, l'intérêt situationnel pourrait se développer en fonction de l'intérêt individuel. L'intérêt situationnel déclenché pourrait initier ce processus en attirant l'attention de l'individu sur un objet, mais cette expérience ne se traduira pas nécessairement par l'émergence de l'intérêt individuel. L'intérêt situationnel maintenu pourrait être le lien entre intérêt situationnel déclenché et l'intérêt individuel. Au moment où l'individu porte son attention sur un objet, l'intérêt situationnel déclenché peut survenir et amener l'individu à estimer l'objet comme étant agréable et utile ce qui peut amener à l'émergence de l'intérêt situationnel maintenu. Après un certain temps passé sur l'objet intéressant, l'individu lui attribuera de la valeur, connaissance sur l'objet sera plus riche et son interaction émotionnelle plus importante ce qui pourra conduire au passage de l'intérêt situationnel maintenu au développement de l'intérêt individuel (Linnenbrink et al., 2010). Si l'intérêt situationnel maintenu peut devenir de l'intérêt individuel, il serait possible que ces formes d'intérêt aient une structure similaire. Dans leurs travaux de 2010, Linnenbrink-Garcia et ses collaborateurs veulent tester si l'intérêt situationnel maintenu possède au même titre que l'intérêt individuel les deux composantes de ressenti et de valeur. En d'autres termes, ils veulent vérifier empiriquement s'il existe un **intérêt situationnel maintenu ressenti** et un **intérêt situationnel maintenu valeur**. Mais ils ajoutent que malgré la possibilité d'une structure similaire il existe des différences entre ces deux formes d'intérêt. En effet, l'intérêt

situationnel maintenu se développe en réponse à l'exposition d'un objet dans un contexte particulier tandis que l'intérêt individuel résulte d'une exposition répétée à un objet dans de multiples contextes. 3 études furent conduites par Linnenbrink-Garcia et al. (2010) afin d'étudier la structure de l'intérêt situationnel et d'élaborer un nouvel outil de mesure : A l'issue de 3 ces études menées par Linnenbrink et al. (2010), ils parviennent à l'élaboration et la validation de deux échelles.

2.5 La relation entre l'intérêt et les connaissances : le modèle de Tobias et le modèle de Kintsch

L'idée d'étudier la relation entre l'intérêt et les connaissances a auparavant déjà été explorée, en particulier dans le contexte pédagogique. D'une part, Kintsch (1980) a proposé le concept d'intérêt cognitif en contexte de lecture. D'autre part Tobias (1994) s'intéressa également à cette relation dans le cadre scolaire.

2.5.1 L'intérêt cognitif (Kintsch, 1980)

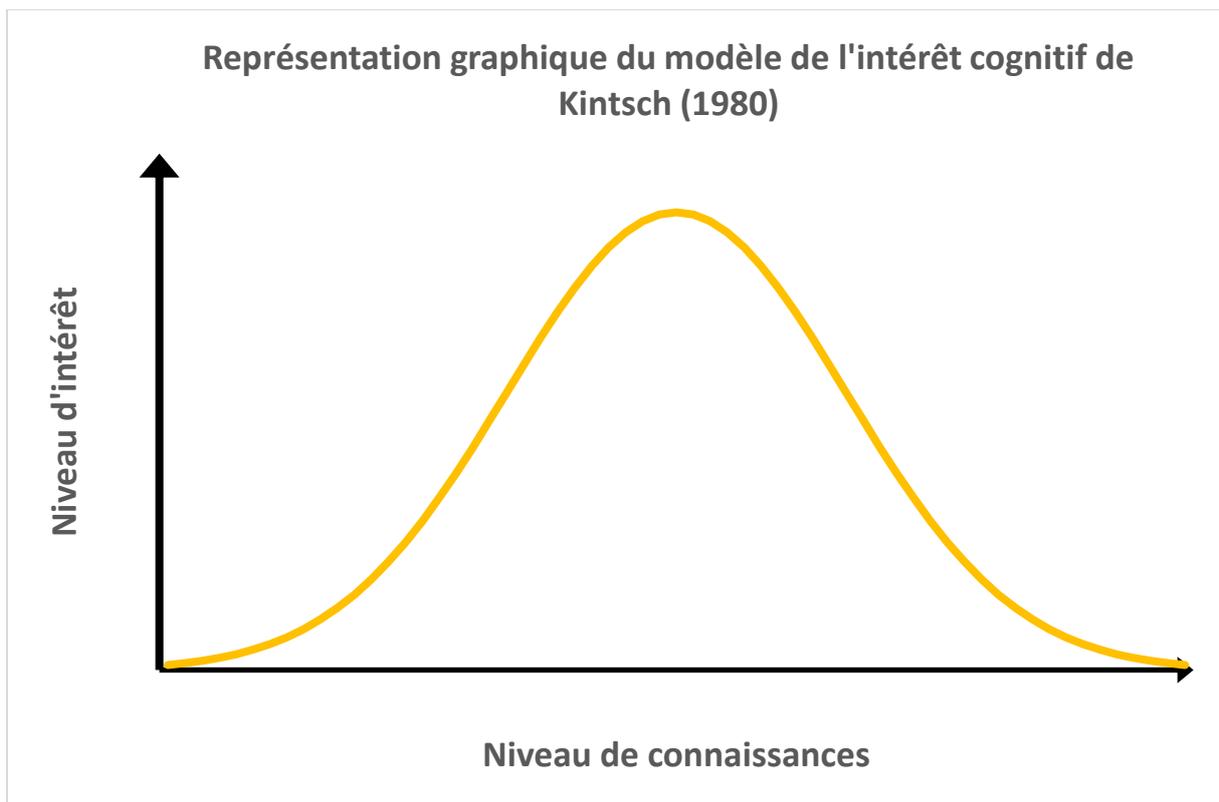


Figure 17 : La courbe représentative de l'évolution de l'intérêt en fonction du niveau de connaissances dans le modèle de l'intérêt cognitif de Kintsch (1980). Cette relation est représentée graphiquement par une courbe de Gauss et suivrait donc une loi normale.

Kintsch (1980) propose le concept d'intérêt cognitif pour expliquer le fait que le niveau d'intérêt varie en fonction du niveau de connaissances.

Kintsch propose en 1980 l'existence d'une relation entre l'intérêt et les connaissances dans le contexte de la lecture de textes. Plus précisément, il avance l'hypothèse d'un lien entre intérêt cognitif et traitement cognitif de la lecture de textes et distingue deux formes d'intérêt, l'intérêt émotionnel et l'intérêt cognitif.

L'intérêt émotionnel serait une forme d'intérêt lié à des grandes thématiques de la vie tels que la violence, la mort, le romanesque, etc (Martins, 1995 ; Kasbi, 2013) présentes dans le texte et induisant une réponse émotionnelle variable chez le lecteur. Cette forme d'intérêt fait penser à l'intérêt situationnel proposé plus tard par Mitchell (1993), Hidi & Renninger (2006), ou encore Linnenbrink-Garcia et al. (2010), par son caractère fluctuant et lié aux caractéristiques de la situation qui se présente à l'individu.

L'intérêt cognitif, quant à lui, dépend directement du niveau de connaissances du lecteur sur le contenu informationnel du texte lu. Cette forme d'intérêt se rapproche de l'intérêt personnel, par rapport à son caractère plus stable⁹ et lié aux représentations mentales de l'individu (Kintsch, 1980). Ce modèle prédit que le niveau d'intérêt est bas lorsque le niveau de connaissances est faible, qu'il augmente lorsque le niveau de connaissances progresse et enfin qu'il repasse à un niveau faible lorsque le niveau de connaissances est important. L'individu expert serait alors indifférent à ce domaine dans lequel il n'a plus rien à apprendre, par rapport à un novice qui serait stimulé par le fait qu'il ait une grande quantité d'informations à apprendre dans un thème qui l'intéresse (Fenouillet, 2012).

Cette hypothèse a amené certains auteurs à supposer une influence bénéfique de l'intérêt sur la compréhension et la mémorisation de l'information lue (Martins, 1995 ; Van Dijk et Kintsch, 1983).

Il faut néanmoins souligner que ce modèle de l'intérêt cognitif de Kintsch s'applique au contexte de l'acquisition de connaissances en contexte de lecture, ce qui apparaît comme un

⁹ Même si effectivement il y a ici l'idée d'une variation du niveau d'intérêt cognitif, l'hypothèse est que celui-ci s'avère moins fluctuant que l'intérêt émotionnel (Mitchell, 1993).

contexte d'usage nettement différent de celui de l'usage d'un jeu vidéo, même si effectivement il y a également de l'information textuelle dans un contenu vidéoludique. Néanmoins, cette proposition théorique mettant en lien l'intérêt et les connaissances nous apparaît importante étant donné notre question centrale, à savoir la question de la relation entre l'expertise sur les connaissances dans les jeux vidéo et l'intérêt que l'on ressent à jouer à un Serious Game.

2.5.2 Le modèle de Tobias (1994)

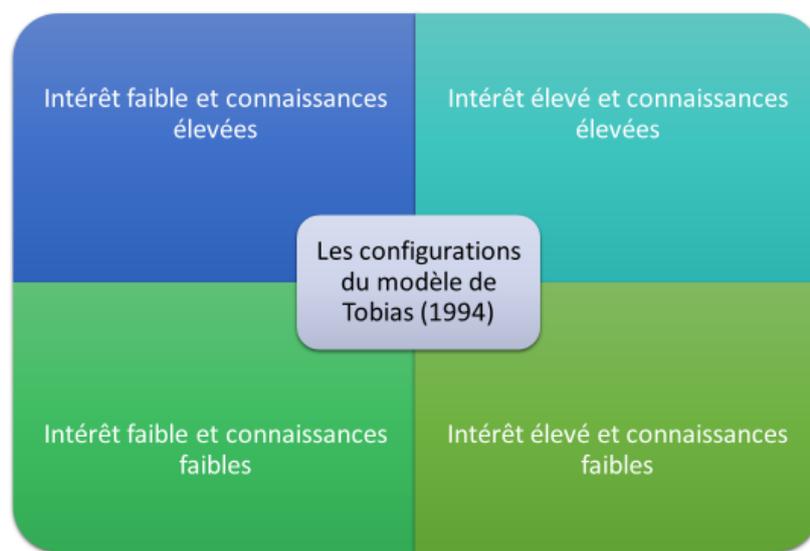


Figure 18 : le modèle de Tobias (1994). L'auteur propose une hypothèse pour chaque configuration de la relation entre l'intérêt et les connaissances en contexte scolaire.

Tobias (1994) présente 4 cas présentant une relation entre intérêt et connaissances. **Dans le 1er cas**, un grand intérêt s'accompagne toujours d'un niveau de connaissances minimal, et la préférence de l'individu pour un domaine va permettre l'accumulation de connaissances. **Dans le 2ème cas**, où un faible intérêt est associé à peu de connaissances, l'individu peu intéressé par l'activité va amener à une faible accumulation de connaissances. **Dans le 3ème cas**, l'intérêt est fort et le niveau de connaissances est faible. Tobias explique qu'il s'agit d'un état transitoire dans une population adulte, et l'intérêt élevé va rapidement amener l'individu à acquérir un stock de connaissances important, à moins que l'intérêt ne soit perdu. Dans une

population d'enfants, certains contextes -notamment le cadre scolaire- peuvent amener l'individu à ne pas avoir l'opportunité de pratiquer une activité malgré son fort intérêt pour celle-ci, et peut avoir pour conséquence la chute de l'intérêt. **Dans le 4ème et dernier cas**, un faible intérêt est associé à un niveau de connaissance fort. Dans certains contextes, tels que le cadre scolaire ou professionnel, où la motivation à pratiquer une activité est extrinsèque, l'intérêt peut être faible pour l'individu mais le fait d'être sous la contrainte de devoir la pratiquer peut l'amener à accumuler une quantité importante de connaissances dans le domaine.

2.6 Intérêt et apprentissages

Comme nous l'avons vu précédemment, l'intérêt est un concept qui a fait l'objet de travaux de recherche initialement en contexte scolaire (Yennek, 2014). De par ce cadre d'étude, l'intérêt fut un concept étudié en relation avec l'apprentissage (Brown, 2005). L'intérêt est donc « un construit motivationnel dans le champ de l'éducation » (Schiefele, 2009, cité dans Yennek, 2014).

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le concept d'intérêt a historiquement fait l'objet de 3 grands axes de recherche (Fenouillet, 2012) : l'intérêt dans le secteur professionnel, l'intérêt en tant que forme de motivation intrinsèque, et donc lié au plaisir de réaliser une activité, et enfin l'intérêt en tant qu'émotion. Le deuxième courant est celui qui se montre le plus adapté pour décrire la relation entre l'intérêt et l'apprentissage. L'intérêt est ici vu comme l'élément qui va stimuler l'interaction entre l'individu et l'objet en fonction des caractéristiques contextuelles et personnelles.

D'après Yennek (2014), l'influence de l'intérêt sur les apprentissages est une hypothèse qui a été postulée très tôt, puisque Herbart (1776-1841) supposait que l'intérêt conduit à un apprentissage efficace en favorisant le stockage des informations et en stimulant la motivation pour les apprentissages ultérieurs (Schiefele, 1991). Dewey (1913) avait également dès le début du 20^{ème} siècle proposé l'hypothèse d'un lien entre l'intérêt et l'apprentissage. Son hypothèse était fondée sur l'idée que l'intérêt a un effet sur l'apprentissage en optimisant l'attention. Il estime que l'intérêt se construit par l'intériorisation d'un objet au sein du self (soi) et généralise ce principe à l'ensemble de nos apprentissages. D'après Yennek (2014),

Dewey met en avant le rôle majeur de l'intérêt « dans la dynamisation et la régulation du comportement humain » (p.87).

A partir de la fin des années 70, Schiefele, dont les travaux ont été présentés précédemment développera une théorie de l'intérêt dans le contexte scolaire, en s'intéressant aux paramètres motivationnels permettant un apprentissage efficace. Il intégrera la notion de plaisir dans la réalisation de l'activité et fait alors le lien entre motivation intrinsèque et intérêt. Les caractéristiques de l'activité et la valeur que l'individu accordera à celle-ci, rend compte d'après Schiefele d'une forme d'intérêt lié à la thématique intégrée à l'objet d'intérêt (Yennek, 2014).

Il apparaît donc que le concept d'apprentissage se montre non seulement particulièrement adapté pour rendre compte d'une activité telle que l'utilisation d'un jeu vidéo, dont le but est de motiver intrinsèquement le joueur. Le contexte dans lequel se trouve le joueur sera un facteur déterminant pour la stimulation de l'intérêt situationnel. Pour ce qui concerne les Serious Games, auquel nous devons ajoutée une dimension pédagogique à la base vidéoludique que constitue cette forme de jeu vidéo particulière, la thématique et l'objet d'apprentissage sera ici déterminante pour la construction d'un intérêt individuel.

2.7 La motivation dans le cadre des jeux vidéo et des Serious Games

La motivation dans le contexte des jeux vidéo a déjà fait l'objet de travaux de recherche. De manière générale, l'hypothèse est que le jeu vidéo motive à poursuivre l'activité dans laquelle se situe le joueur, par le biais de diverses caractéristiques inhérentes au jeu vidéo, telles que le Gameplay, le challenge, ou encore la thématique. L'environnement virtuel que propose un jeu vidéo induit des effets psychologiques et physiologiques sur le joueur qu'il est nécessaire de comprendre pour proposer un modèle explicatif de la capacité d'un jeu vidéo à pouvoir maintenir le joueur pleinement investi dans son activité. L'étude de la motivation dans les jeux vidéo a permis de façonner des hypothèses intéressantes.

Richard Ryan, connu pour être le co-auteur de la théorie de l'autodétermination (Deci et Ryan, 2002) s'est intéressé au contexte des jeux vidéo pour étudier la capacité de ce support de divertissement à stimuler la motivation (Ryan et al., 2006). Ils ont notamment pu montrer la

capacité du modèle de l'autodétermination concernant les besoins d'autonomie et de compétence du joueur à prédire son plaisir et sa façon de jouer.

Une étude de Przybylski et al. (2010) a proposé un modèle motivationnel de l'engagement dans les jeux vidéo. L'objectif était d'examiner et évaluer les moyens par lesquels l'engagement dans les jeux vidéo façonne les processus psychologiques et influence le bien-être dans ce contexte. En prenant également pour base la théorie de l'autodétermination (Deci et Ryan, 2002), l'approche des auteurs suggère qu'à la fois le besoin et la sensation de bien-être que procure le fait de jouer sont basés sur le potentiel du jeu vidéo à satisfaire les besoins psychologiques de base du joueur pour son sentiment de compétence, d'autonomie et de lien avec l'environnement virtuel.

Olson (2010) s'est intéressée à déterminer les raisons qui motivent les enfants à jouer aux jeux vidéo. A partir d'un effectif conséquent de plus de 1200 enfants âgés de 9 à 13 ans, l'auteure a pu dégager des hypothèses sur la nature des motivations qui ressortent quant à l'utilisation des jeux vidéo dans cette tranche de population. Il ressort que les motivations à jouer chez les enfants sont de 3 natures : sociale, émotionnelle et intellectuelle. Premièrement, la motivation sociale est liée à la possibilité offerte par le jeu vidéo d'interagir avec d'autres joueurs, de créer des relations ou d'enrichir des liens existants. La compétition inhérente au jeu vidéo leur permet de se confronter mutuellement et d'établir des rangs sociaux au sein d'un groupe de joueurs. Dans cet environnement virtuel, les règles sociales sont également intégrées et amène l'enfant à s'y confronter, lui permettant d'apprendre des concepts fondamentaux en société comme le respect, la morale, l'entraide. Deuxièmement, les jeux vidéo sont un outil efficace pour réguler les émotions. L'auteure avance que jouer à un jeu vidéo est un moyen efficace pour évacuer le stress. En outre, l'utilisation d'un jeu vidéo procure du plaisir et peut mener à l'état de Flow, qui se traduit par une concentration et un sentiment de bien-être que nous décrivons dans la section suivante consacrée à ce concept développé par Csikszentmihalyi (1989, 2001). Pour finir, cette étude présente comme troisième forme de motivation pour les enfants à jouer à un jeu vidéo, le challenge, la créativité, la découverte et l'apprentissage, qu'elle synthétise par le concept de motivation intellectuelle. La maîtrise d'un jeu vidéo demande de l'entraînement et de l'expertise. Le défi que propose un jeu vidéo nécessite un investissement important pour l'atteinte de l'objectif,

que le joueur sera motivé à obtenir. La créativité est également stimulée, avec des jeux de type « sandbox » dans lequel l'enfant peut laisser libre cours à son imagination, et devra apprendre les règles de l'environnement pour parvenir à créer l'objet souhaité.

Tobias et Fletcher (2011) ont publié un ouvrage sur l'apprentissage via les jeux vidéo. Devant l'intérêt fulgurant pour les jeux vidéo, ils partent du constat que l'idée de les utiliser pour de l'instruction a émergé auprès de structures telles que l'industrie, le domaine militaire ou encore les instances gouvernementales. En proposant une revue de détails sur l'histoire des jeux vidéo et leur capacité à motiver son utilisateur, ils exposent plusieurs théories motivationnelles et émotionnelles sur les jeux et leur application dans le domaine éducatif.

2.8 Mesure de l'intérêt dans les Serious Games

Comme nous le développerons dans la partie consacrée aux jeux vidéo et aux Serious Games, la notion de Serious Game renvoie à un type de jeu vidéo particulier qui va permettre au joueur de se divertir tout en tirant un apprentissage de cette situation ludique (Alvarez, 2007). L'objectif du Serious Game est donc de stimuler la motivation du joueur par le biais d'une situation ludique, qui suscite donc de l'émotion (le plaisir, la colère, la joie, etc) à apprendre des notions utiles (Alvarez, 2007 ; Alvarez et Djaouti, 2010 ; Tobias et Fletcher, 2011 ; Kasbi, 2013). Cette motivation est alors stimulée dans un but d'apprentissage, le but du Serious Game étant de transmettre des connaissances au joueur. En fonction du contexte d'apprentissage et du « scénario pédagogique » présenté (Alvarez, 2007), le Serious Game va porter sur un thème et des notions spécifiques. Le Serious Game *Next Dot* permet par exemple aux enfants à partir du niveau Cours Préparatoire, correspondant à la 1^{ère} année d'école élémentaire en France, d'apprendre à compter tout en apprenant la géographie, en dessinant les contours d'un pays par des nombres successifs¹⁰ (Kasbi, 2011). Le Serious Game *VIHdeo Game* du Laboratoire Janssen, quant à lui propose de divertir le joueur tout en transmettant un message préventif concernant le virus du Sida¹¹ (Kolodziejczak, 2014). Pour finir avec les exemples d'application de Serious Game, le jeu *Dark Cut* propose au joueur une simulation des interventions chirurgicales telles que pratiquées sur les soldats blessés des champs de

¹⁰ Next Dot : un jeu pour apprendre à compter tout en apprenant la géographie : [lien n°10](#)

¹¹ VIHDeo Game : un jeu sur la prévention VIH : [lien n°11](#)

bataille au 19^{ème} siècle¹². Le Serious Game est donc un type d'application informatique conçu de façon à divertir le joueur afin de stimuler la motivation à apprendre, ce qui va intrinsèquement susciter des émotions. **Or le concept d'intérêt, comme nous l'avons développé précédemment, propose à la fois une dimension motivationnelle et émotionnelle (Fenouillet, 2012 ; 2016).** La mesure de l'intérêt s'avère donc particulièrement adaptée au contexte d'utilisation des Serious Games.

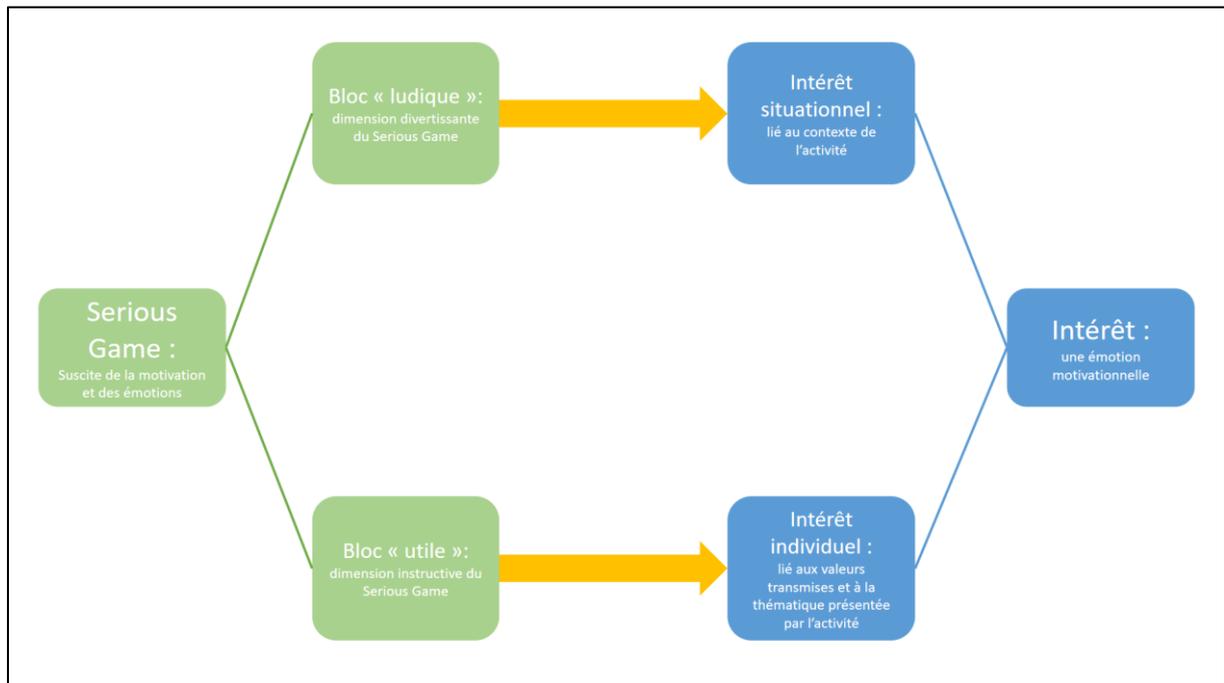


Figure 19 : La mesure de l'intérêt dans les Serious Games. Les deux dimensions de l'intérêt permettraient une mesure des composantes principales d'un Serious Game.

Mieux encore, l'intérêt se décomposerait en dimensions représentatives des composantes d'un Serious Game. En effet, le Serious Game peut se décomposer **en deux blocs principaux** : le bloc « **ludique** » et le bloc « **utile** » (Alvarez, 2007 ; Kasbi, 2013). Tandis que le bloc « ludique » renvoie au contexte de divertissement et aux caractéristiques de la situation de jeu proposée par le Serious Game, le bloc « utile » renvoie à sa thématique et à son « scénario pédagogique ». Or, comme nous l'avons présenté plus avant, l'intérêt intègre deux dimensions particulièrement adaptées pour étudier les ressorts motivationnels et émotionnels dans l'utilisation des Serious Games : la dimension personnelle qui est **l'intérêt individuel**, et qui correspond aux valeurs stables de l'individu (Mitchell, 1993 ; Linnenbrink-Garcia et al., 2010), et la dimension contextuelle qui est **l'intérêt situationnel**, et qui renvoie

¹² Dark Cut : un jeu sur la chirurgie pratiquée au 19^{ème} siècle : [lien n°12](#)

aux caractéristiques de l'activité que pratique l'individu. Nous pensons donc que l'intérêt permet une évaluation précise des composantes d'un Serious Game, avec l'intérêt individuel lié au bloc « utile » du Serious Game, qui permettra alors une mesure de l'intérêt de l'individu pour la thématique et le scénario pédagogique présenté, et l'intérêt situationnel lié au bloc « ludique », qui permettra une mesure de l'intérêt de l'individu pour la situation de jeu dans laquelle il se trouve et qui intègre par conséquent les caractéristiques propres au jeu vidéo, tels que le Gameplay, l'ergonomie, etc.

3. Etudier le Flow dans les jeux vidéo

3.1 Le Flow ou l'expérience optimale

Le Flow, dont une traduction française est l'expression "expérience optimale", est un concept développé par Mihaly Csikszentmihalyi (1989, 1990, 2001), issu du champ de la psychologie positive qui s'intéresse aux racines du bien-être. La conceptualisation du Flow a pour origine une question : quelles sont les conditions qui caractérisent les situations dans lesquelles nous avons le sentiment d'être dans le plus bel instant de notre vie ? (Heutte, 2008). L'auteur s'est donc tourné vers tout un ensemble d'individus investis dans des activités très diverses, comme le sport ou la musique, au point de consacrer tout leur temps et leur énergie dans leur passion. Un point central apparaît lorsque l'auteur interroge ces personnes : dans la réalisation de leur passion, ils ne cherchent rien d'autre que le plaisir ressenti durant ces instants.

Le Flow est alors défini comme un état mental correspondant à une profonde implication dans une activité pour laquelle nous ressentons un fort intérêt. Elle est décrite comme un moment de bien-être où l'activité se réalise avec fluidité et efficacité (Csikszentmihalyi, 1990). C'est un équilibre entre le challenge né de l'objectif à atteindre dans l'activité et les compétences à mettre en œuvre pour y parvenir.

"Les individus sont tellement intensément impliqués dans une activité que rien ne semble autrement importer, l'expérience elle-même étant si agréable, que les gens la font même à un grand coût, dans l'intérêt fin de la faire." (Csikszentmihalyi, 2004, traduction libre).

Cet état mental a des conséquences sur l'individu sur le plan cognitif et émotionnel. La perception consciente du temps est modifiée, l'attention est presque totalement investie dans l'activité, l'individu tenant nettement moins compte d'autrui, et la sensation sur les besoins

physiologiques primaires, tels que la fatigue ou la faim sont moins ressentis. D'après Fenouillet (2016), l'individu déploie ses capacités au maximum sur l'activité qui a engendré cet état de Flow. L'expérience de Flow est décrite par Heutte (2011) comme une expérience autotélique, dans le sens où le plaisir que ressent l'individu est issu de l'activité elle-même.

3.2 Les propriétés du Flow

A partir de ses travaux expérimentaux, Csikszentmihalyi (1990) a pu définir diverses propriétés de l'expérience de Flow. Des conditions sont notamment nécessaires dans l'interaction entre l'individu et l'activité pratiquée pour engendrer l'état de Flow. D'une part, l'activité doit présenter un challenge optimisé par rapport aux compétences de l'individu. Ensuite, les objectifs à atteindre doivent lui paraître clairs. Enfin, l'individu doit avoir un retour régulier sur ses actions par le biais de feedbacks interactifs fréquents tout au long de l'activité, afin de lui permettre d'ajuster ses actions et optimiser ses chances de réussite. Si les conditions sont remplies pour faire apparaître l'état de Flow, celui-ci se manifestera à l'individu par un état cognitif et émotionnel particulier, dont les caractéristiques énoncées par Csikszentmihalyi (1990) sont énoncées dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques du Flow	Explication de l'auteur
Équilibre entre défi et habilité	L'activité doit apparaître faisable. Les compétences doivent être adaptées à la tâche, l'individu ne se sentant ni anxieux face à un objectif trop complexe, ni ennuyé face à un objectif trop simple. L'individu est donc confronté à une activité qui lui semble faisable s'il utilise toutes ses ressources.
Concentration sur la tâche	L'activité doit permettre de maintenir la concentration pleinement orientée vers celle-ci.
Cible claire	L'activité doit être suffisamment claire pour permettre à l'individu de savoir ce qui doit être fait et de quelle façon il doit s'y prendre pour parvenir à l'objectif.
Rétroaction, feedback clair et précis	L'activité doit être rétroactive de façon à transmettre un retour régulier sur les actions de l'individu.
Absence de distraction	L'activité doit donner un cadre permettant à l'individu de pleinement s'impliquer, que ça soit en raison de son intérêt ou le résultat d'un entraînement.
Contrôle de l'action	L'individu peut exercer un certain contrôle sur ses actions.

Absence de préoccupation à propos du soi	L'individu doit se sentir dans un état de sérénité vis-à-vis de lui-même, de façon à ne plus avoir à se préoccuper de son ego durant l'activité.
Altération de la perception du temps	La perception de la durée est modifiée, de façon à percevoir des heures consacrées à l'activité comme seulement quelques minutes et inversement.
Expérience autotélique – bien être	L'individu ressent un sentiment d'extase dans l'activité, qui peut être définie comme de la motivation intrinsèque puisque l'individu va être investi dans l'activité pour le seul but de ressentir et maintenir l'état de Flow. Le Flow devient alors la récompense.

Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques proposées par Csikszentmihalyi (2004, traduction libre) énoncées par Heutte (2006)

3.3 Un état d'équilibre entre challenge et compétences

Si les compétences de l'individu sont ajustées par rapport à l'objectif fixé, autrement dit si celles-ci ne sont ni insuffisantes ni sous évaluées, alors l'expérience du Flow peut survenir. L'individu atteint alors un optimum d'activation. D'après Déro et Heutte (2008), les aptitudes de l'individu sont pleinement optimisées et il obtient alors de meilleures performances (Jackson & Csikszentmihalyi, 1999 ; Demontrond-Begr & Fournier, 2003), se montre plus créatif, a une meilleure estime de soi et voit son niveau de stress diminuer (Csikszentmihalyi, 2004).

Cependant si le challenge est trop faible compte tenu des compétences déployées, l'individu sera peu stimulé. De même, si le challenge est trop important par rapport aux compétences de l'individu, celui-ci ne sera pas stimulé. Dans les deux cas, l'expérience de Flow ne pourra pas survenir.

Csikszentmihalyi a mesuré sa conception du Flow par l'ESM (« Experience Sampling Method ») (Csikszentmihalyi & LeFevre, 1989), qui consiste à solliciter les participants aléatoirement afin qu'ils répondent à une série de questions. Il a ainsi pu empiriquement mettre en évidence le Flow. Les séries de questions permettaient aux expérimentateurs de savoir si les participants ressentent l'activité en cours comme un challenge et s'ils pensent avoir les

compétences pour réussir cette activité. Le contexte vécu par les participants a pu alors être classé en 4 catégories :

1. **Contexte de Flow** : les compétences atteignent l'optimum, car le challenge est élevé mais les compétences de l'individu déployées au maximum seront suffisantes pour parvenir à l'objectif
2. **Contexte d'anxiété** : les compétences sont insuffisantes pour permettre à l'individu de parvenir à l'objectif
3. **Contexte d'ennui** : les compétences sont trop importantes et l'individu parvient à l'objectif trop aisément
4. **Contexte apathique** : Le challenge est faible mais les compétences le sont également

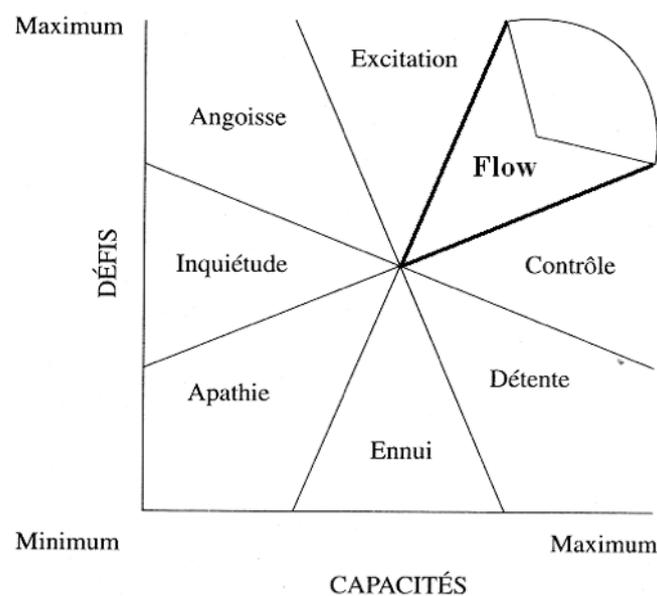


Figure 20 : La position du Flow comme ajustement entre le challenge et les aptitudes. Le Flow se situe alors entre un sentiment d'anxiété lorsque le challenge est trop important par rapport aux aptitudes déployées, et un sentiment d'apathie lorsqu'au contraire, ce sont les aptitudes qui sont trop élevées compte tenu du niveau de challenge (Heutte, 2006).

Ainsi, Csikszentmihalyi & LeFevre (1989) ont pu observer dans quelles circonstances le Flow pouvait apparaître et à quelle fréquence. Ils ont pu notamment démontrer que, contrairement à ce que l'on pourrait croire, le Flow apparaissait plus fréquemment dans un contexte de travail que dans un contexte de loisir. Le Flow procurerait une récompense intrinsèque à

l'individu qui lui donnerait ainsi un désir important de reproduire la situation. Cependant, étant donné que nous repoussons toujours plus loin le niveau de difficulté de nos challenges, pour que le Flow se manifeste, nous devons de même ajuster le niveau de nos compétences (Fenouillet, 2003). De ce fait, l'expérience de Flow n'est pas si simple à produire, mais nécessite un développement continu de nos compétences.

3.4 Les contextes d'étude du Flow

Le Flow a tout d'abord été étudié par Csikszentmihalyi dans le domaine sportif. Il s'intéressait à l'état émotionnel des grands sportifs en situation de compétition, lorsqu'ils ressentent l'extase de la victoire ou de l'atteinte de l'objectif fixé (Heutte, 2006). Les nombreux travaux qui ont été publiés sur l'étude du Flow dans ce contexte ont permis de mettre en évidence 3 situations dans lesquelles cet état est ressenti (Demontrond et Gaudreau, 2008, cité par Heutte, 2006).

Le premier cas de figure où le Flow peut émerger, apparaît lorsque le sportif a le sentiment que ses aptitudes sont suffisantes compte tenu du challenge de l'épreuve, ce qui induira de la motivation à atteindre l'objectif (Jackson & Csikszentmihalyi, 1999). Deuxièmement, le Flow émerge dans le sport lorsque l'athlète est pleinement immergé dans la réalisation de sa performance (Jackson & Roberts, 1992). Enfin, le Flow émerge dans la situation où le sportif exécute des mouvements exceptionnels ; celui-ci aura alors le sentiment que sa performance est à l'image de son niveau personnel (Heutte, 2006).

Le Flow a également été étudié au travail notamment par Csikszentmihalyi et LeFevre (1989) puis par la suite par Bakker (2005), qui définira le Flow au travail comme une situation dans laquelle le travailleur fera l'expérience de courtes sessions de Flow avec pour caractéristiques « l'absorption » ou concentration dans la tâche, le plaisir du travail et de la motivation intrinsèque (Heutte, 2006).

Le Flow a également fait l'objet de plusieurs études dans le contexte éducatif notamment en rapport avec la motivation à apprendre (Rathunde & Csikszentmihalyi, 2005) ou encore dans le but de comparer des méthodes pédagogiques spécifiques (Csikszentmihalyi, Schneider & Shernoff, 2003). L'enjeu est ici de taille dans un domaine où l'objectif est de comprendre la méthode éducative qui permettra de faire émerger un état de Flow susceptible d'induire des performances d'apprentissage optimales.

Le Flow dans le domaine des TIC est particulièrement intéressant pour la compréhension de ce qui amène les utilisateurs à s'investir dans des activités numériques. Il apparaît dans plusieurs études que la motivation et le Flow sont des facteurs majeurs permettant d'expliquer l'utilisation des technologies numériques ([Seligman & Csikszentmihalyi, 2000](#)). Ce contexte d'étude du Flow nous semble particulièrement intéressant compte tenu de cette recherche, ce qui nous a amené à considérer que la mesure du Flow devrait nous apporter des informations cruciales pour la compréhension des mécanismes motivationnels et émotionnels dans l'utilisation des Serious Games.

3.5 La relation entre l'intérêt et le Flow

Le concept de Flow développé par Csikszentmihalyi ([1990, 2004, 2005](#)) est particulièrement proche des théories de la motivation. En effet, l'état de Flow est décrit comme une expérience autotélique, pour laquelle l'individu sera motivé à la reproduire pour le plaisir procuré par cette expérience. En d'autres termes, l'état de Flow induit de la motivation intrinsèque. Cette relation entre le Flow et la motivation a été mise en évidence dans plusieurs travaux. Asakawa (2004) met en évidence des liens positifs entre la motivation et le Flow en s'intéressant à la façon dont le challenge est vécu dans la vie quotidienne de lycéens au Japon en fonction du Flow et d'une personnalité plus ou moins autotélique. Dans le contexte universitaire chez des étudiants en architecture, Mills & Fullagar (2008) mettront en évidence une relation significative entre l'expérience de Flow dans les études et la forme la plus autodéterminée de la motivation : la motivation intrinsèque. Or, comme nous l'avons vu précédemment, la notion d'intérêt est également définie comme une forme de motivation intrinsèque dans un certain nombre de travaux ([Schiefele, 1991](#) ; [Mitchell, 1993](#) ; [Hidi & Renninger, 2006](#)).

L'émergence du Flow dépend notamment des caractéristiques de l'activité, qui favoriseront la concentration et le plein investissement de l'individu dans la tâche, à la condition préalable que cette activité motive intrinsèquement l'individu. Tout comme la forme situationnelle de l'intérêt, le Flow serait donc fortement lié au contexte, ce qui nous amène à supposer que ces deux états mentaux devraient converger.

Par ailleurs l'intérêt comme le Flow sont des concepts intégrant tout deux des aspects émotionnels. Tandis que l'intérêt concerne le rapport entre motivation et émotion, et décrit

une interaction entre un individu et un objet pouvant potentiellement susciter la motivation, le flow va décrire l'état mental lié à l'investissement sur l'objet d'intérêt.

Comme nous le verrons dans la section consacrée à la construction et la validation de notre échelle d'intérêt pour les Serious Games, le Flow apparaît donc comme un indicateur pertinent de l'intérêt, en particulier la forme situationnelle de l'intérêt. Cette hypothèse nous a conduit à également considérer la mesure du Flow dans l'étude des aspects motivationnels et émotionnels de l'expérience-utilisateur dans l'utilisation des Serious Games.

3.6 La conception d'un jeu vidéo s'appuyant sur le concept du Flow : le jeu *FLOW* (Chen & Clark, 2006)

Comme nous l'avons présenté précédemment, un équilibre entre le niveau de difficulté de l'activité et les compétences de l'individu est crucial pour faire émerger le Flow. Cette condition pour l'apparition de l'expérience de Flow a inspiré des travaux de recherche autour des TIC et plus particulièrement dans le domaine des jeux vidéo. La thèse de Doctorat de Jenova Chen (2007) à l'*Interactive Media Division* de l'École de Cinéma et de Télévision de l'Université de la Californie du Sud a porté sur cette caractéristique du Flow et sur son intégration au sein d'un jeu vidéo. Chen a développé un jeu vidéo intitulé *FLOW* à partir du logiciel Adobe Flash et l'a ensuite publié gratuitement sur Internet. Après sa diffusion gratuite en avril 2006, ce jeu vidéo a eu un succès considérable sur le Web avec près de 700000 téléchargements enregistrés en Juillet de la même année. L'accueil très positif de *FLOW* et son aspect innovant ont abouti à des partenariats entre la compagnie de développement du jeu créée par Chen, la « *thatgamecompany* » et l'entreprise Sony pour la publication d'une version plus perfectionnée sur la console PlayStation 3.

L'objet de cette recherche part d'un constat sur l'adaptation du jeu à l'utilisateur. Malgré le succès des jeux vidéo, l'auteur constate que la majorité des jeux publiés ne sont pas adaptés à un public suffisamment large. Les jeux vidéo sont alors pour la plupart inachevés par les joueurs, qui ne parviennent pas à atteindre les objectifs présentés. Or, comme nous l'avons vu précédemment dans le concept du Flow, l'optimisation entre la difficulté de la tâche et les aptitudes d'un individu est cruciale pour le faire émerger. Si l'activité apparaît trop difficile pour l'individu compte tenu de ses capacités, il ressentira de l'anxiété vis-à-vis de l'activité, ce

qui l'invitera à ne plus la poursuivre. De même, si l'activité semble trop évidente pour l'individu, il fera l'expérience d'un sentiment d'ennui, qui mènera très certainement également à l'arrêt de l'activité. Cette problématique est fondamentale dans le développement d'un jeu vidéo et pour sa réussite commerciale, mais semble encore aujourd'hui insuffisamment considérée pour optimiser l'expérience. C'est pourquoi Chen a proposé une solution en développant un jeu vidéo, le jeu nommé *FLOW*, en intégrant un algorithme permettant d'adapter de façon interactive le paramètre de difficulté en fonction de l'activité du joueur. Nommé « ajustement dynamique de la difficulté » (DDA, *Dynamic Difficulty Adjustment*), cette solution permet de garantir l'équilibre entre les compétences du joueur et la difficulté du jeu, et ainsi favoriser l'émergence et le maintien du joueur dans l'état de Flow, quelques soient ses performances et ses aptitudes.

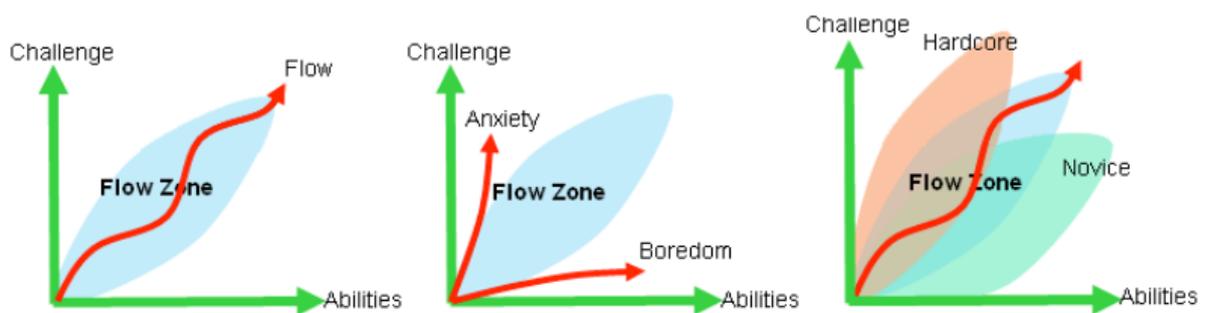


Figure 21 : Présentation sous forme graphique proposé par Chen (2007) du principe d'optimisation entre le challenge proposé dans l'activité et les aptitudes du joueur qui permet l'émergence du Flow. C'est à partir de ce paramètre que Chen (2007) a développé le jeu FLOW et le système DDA, pour permettre à chaque joueur de faire l'expérience du Flow, quel que soit son niveau de performance.

CHAPITRE 3 : LE JEU, LES JEUX VIDÉO, LES SERIOUS GAMES

Le jeu en tant qu'activité ludique et de développement cognitif, sensori-moteur et social apparaît comme une solution d'apprentissage ancienne au regard de notre Histoire. Mieux encore, jouer ne serait pas une activité propre à l'Homme. Il a été démontré que le jeu chez l'animal, en particulier chez les mammifères et les corvidés, a notamment une fonction locomotrice, sociale et de stimulation cognitive (Garrigues, 2001). Chez l'enfant, il est un vecteur d'apprentissage fondamental et a donc fait l'objet de nombreuses études (Piaget, 1926 ; Vygotsky, 1934 ; Wallon, 1941). Notre civilisation a toujours vu la place du jeu comme une fonction majeure dans notre société (Huizinga, 1938). Durant le 20^{ème} siècle, avec l'apparition de l'informatique, l'idée de transmettre des connaissances en se divertissant via des logiciels informatiques à portée ludique puis via les jeux vidéo est très vite apparue. En exemple, aux prémices de l'informatique, le jeu *OXO*, développé en 1952, apparaît comme un des premiers jeux vidéo utilitaires (Alvarez et Djaouti, 2010). Aujourd'hui, de nombreux travaux ont mis en évidence que les jeux sont effectivement des outils d'apprentissage efficaces, car ils permettent de stimuler la motivation, et mettent l'apprenant dans une position d'acteur dans les processus d'apprentissage (Malone, 1980). Devant la croissance exponentielle de l'utilisation des jeux vidéo et son potentiel en termes de dispositif d'apprentissage, un nombre croissant de structures dans des domaines très diversifiés (santé, prévention, pédagogie, formation professionnelle, etc) ont commencé à développer des jeux vidéo à des fins utiles : c'est l'avènement des **Serious Games**, qui a démarré au début des années 2000. L'utilisation des jeux vidéo pour motiver à apprendre se démocratise depuis une dizaine d'années, et fait l'objet d'un contexte de recherche fascinant pour les sciences humaines, les sciences cognitives et la psychologie.

1. Les jeux vidéo : un vecteur d'activité qui dépasse le statut de loisir

Les **TICE** (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education) englobent un grand nombre de dispositifs et d'outils numériques pour permettre l'apprentissage au sein d'un environnement simulé sur une interface manipulable par l'utilisateur. Malgré la fonction de divertissement attribuée en premier lieu au jeu vidéo, nous allons voir que l'utilisation première imaginée par ses créateurs était bien plus proche de celle des TICE que nous

pourrions le penser lorsque nous observons l'utilisation courante des jeux vidéo comme outil de divertissement. En réalité, le potentiel du jeu vidéo à la fois amusant et éducatif ont été perçus simultanément, même s'il aura fallu attendre bien plus longtemps pour que son usage « utile et sérieux » se répande chez tous les acteurs -concepteurs et utilisateurs- qui lui sont liés. Ces derniers sont nombreux ; grossièrement, il faut compter sur l'équipe de conception du jeu, sur les structures publiques et privées qui souhaitent transmettre de l'information à des apprenants (les entreprises, les écoles, etc) sur les formateurs qui veulent utiliser ces technologies dans leur enseignement et pour finir sur le joueur et potentiel « apprenant » qui acceptera l'idée de pouvoir apprendre via un jeu vidéo.

Comment et pourquoi le jeu vidéo s'est-il imposé aujourd'hui comme outil efficace d'apprentissage ? Nous allons dans cette partie faire le détail de l'origine du jeu vidéo, de sa place dans la société, et son usage en tant que vecteur de transmission de savoirs et de savoir-faire via **l'avènement des Serious Games**.

1.1 Qu'est-ce qu'un jeu vidéo ?

1.1.1 Jeu vidéo et jeu

Avant d'apporter un éclairage sur le jeu vidéo, il semble indispensable d'en expliquer l'origine. Le jeu vidéo a pour base l'activité ludique, le jeu, dont la fonction et le rôle chez l'Homme et l'animal ont fait l'objet de nombreuses réflexions dans divers domaines de recherche.

La place du jeu en tant qu'activité utile et sérieuse a un caractère universel. De nombreux scientifiques ont étudié l'importance du jeu chez un certain nombre d'espèces animales ([Garrigues, 2001](#)). Le jeu aurait notamment pour fonction d'assurer le développement physiologique, cognitif et social. Chez les félins ils sont une source d'apprentissage de l'agilité, de la force et de la chasse. Chez les animaux vivants en groupe présentant une hiérarchie, ils sont une source d'apprentissage des interactions sociales et de la vie en société. De manière générale, le jeu permet de simuler une situation réelle et utile afin que l'individu puisse s'exercer à acquérir le comportement adapté, tout comme les connaissances et les compétences optimales lui permettant d'assurer sa survie et sa reproduction.

Nous retrouvons évidemment ce rôle central du jeu chez l'Homme. Les archéologues et historiens ont pu constater que le jeu a toujours eu une place particulière au sein des civilisations humaines qui se sont succédées, et un nombre considérable de travaux scientifiques ont mis en évidence l'importance de l'activité de jeu chez l'être humain. Huizinga (1938) ira jusqu'à suggérer que notre culture dépend du jeu. Dans son ouvrage **Homo Ludens, essai sur la fonction sociale du jeu**¹³ (1938), cet historien et philosophe présente son étude sur la place du jeu et son influence en Europe. Il énonce qu'outre son rôle sur le développement physiologique et psychologique de l'Homme, le jeu est constitutif de notre culture. Au-delà de la capacité à acquérir un grand nombre de connaissances et de compétences propres à l'*Homo Sapiens*, et de la position du travail dans la société propre à l'*Homo Faber*, Huizinga estime que nous devons considérer l'Homme par rapport à l'importance du jeu dans la société. C'est l'hypothèse de l'*Homo Ludens*, où l'Homme et l'activité ludique sont indissociables.

Néanmoins, il est intéressant de noter que de nos jours, l'opinion publique a tendance à considérer le jeu dans la catégorie des activités secondaires. Elles semblent être adaptées quoique non sérieuses lorsqu'il s'agit du comportement et des loisirs chez un enfant mais marginale, inutile et puérile lorsqu'il s'agit d'un adulte (Gal, 2016, chap. 12). Même si l'activité de jeu peut être parfois peu assumée et même masquée sous un certain nombre de termes dans le but de donner une image sérieuse, utile et rassurante auprès de la population adulte (sport, casino, activité ludique, Serious Gaming, etc), nous ne pouvons que constater que l'activité ludique apparaît depuis toujours fortement ancrée et centrale dans l'ensemble des activités humaines. Néanmoins, ce point de vue pourrait être amené à changer, puisque les générations nées dans l'ère du jeu vidéo-la génération X qui correspond aux individus nés au début des années 1980- sont aujourd'hui représentatives de la population active et citoyenne. Ce point de vue a donc aujourd'hui tendance à changer, puisque cette génération a connu le jeu vidéo comme outil de divertissement durant l'enfance jusqu'à l'âge adulte et plus récemment comme outil d'apprentissage dans le secteur professionnel, la santé, ou la prévention (Chen, 2007). Le point de vue non assumé et distant quant à l'utilisation sérieuse

¹³ Titre original de l'ouvrage paru en 1938 : *Homo ludens, proeve eener bepaling van het spel-element der cultuur*.

d'un outil de divertissement tendrait alors à s'amenuiser puisqu'il appartiendrait davantage aux générations précédant ces nouvelles générations davantage habituées à jouer.

« Jouer » apparaîtrait donc selon un nombre considérable d'auteurs ([Winicott, 1971](#) ; [Changeux, 1983](#)) comme une activité indispensable pour l'Homme et son développement optimal sur le plan cognitif, social et affectif, ce qui souligne à quel point **le jeu est finalement une tâche sérieuse.**

Durant la fin du 20^{ème} siècle, l'essor des technologies numériques aboutira au développement de nouveaux dispositifs, tels que la télévision et l'ordinateur. Les possibilités offertes par l'interaction entre l'Homme et machines lui donnèrent la possibilité de créer un nouveau terrain de jeu. C'est ainsi que naquirent notamment les jeux vidéo. Très vite, l'idée de penser à une fonction utile du jeu vidéo pour son utilisateur, tels que l'apprentissage, la prévention, la diffusion d'un message ou encore l'entraînement, émergea. Et c'est alors qu'il y eut un bouleversement dans l'essor de ce que fut appelé le Serious Game. Un nombre croissant de domaines d'activités avaient redécouvert via le numérique que le jeu était un facteur d'apprentissage particulièrement efficace. Mais avant d'aborder le potentiel éducatif du jeu, il nous semble pertinent de présenter sa naissance, son développement et sa réussite.

1.1.2 Aspects historiques :

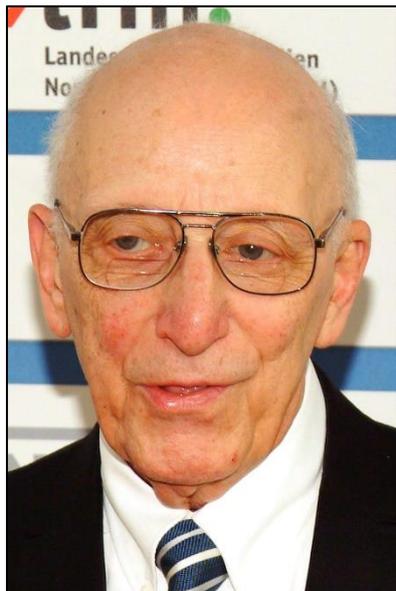


Figure 22 : Photographie de Ralph Baer, le père du jeu vidéo, en 2009 (Source photographique : Wikipédia).

Malgré le manque de consensus porté sur la définition du concept de jeu vidéo (Alvarez et Djaouti, 2010), il est reconnu que les jeux vidéo sont apparus dans les années 50 aux États-Unis. **Ralph Baer** (1922-2014) est considéré comme le père du jeu vidéo car il contribua grandement à sa commercialisation. Suite à ses études en ingénierie sur la télévision et la radio, il travaillera au sein de structures diverses spécialisés dans la conception de matériel électronique, sur l'idée d'un dispositif relié à une télévision permettant de diriger un carré blanc sur fond noir. Il conçoit plusieurs prototypes au sein de la société Sanders Associates, jusqu'à la création du 1er jeu vidéo en 1966, *Chase Game*, dans lequel un joueur dirige un carré blanc et doit parvenir à "attraper" l'autre joueur qui dirige également un carré blanc pour remporter la partie.

Ralph Baer et ses collaborateurs poursuivront leurs travaux jusqu'à aboutir à des jeux de tennis et de hockey, ou encore un jeu de tir. L'équipe parviendra même déjà à y intégrer la couleur. Au stade du 7ème et 8ème prototype baptisée la Brown Box, la société Sanders Associates cherche alors à commercialiser la machine et tente non sans difficultés de signer un accord avec un fabricant de téléviseur. Malgré un certain nombre d'entreprises réticentes concernant cette nouvelle inconnue en termes de divertissement, un contrat parvient à être signé avec la société **Magnavox**, qui devient alors la première entreprise à concevoir une console de jeux vidéo. L'annonce publique est diffusée en mai 1972 avec la présentation de la **Magnavox Odyssey**. 340000 consoles seront vendues jusqu'en 1975.



Figure 23 : Photographie de la **Magnavox Odyssey**, première console de jeu vidéo sur le marché (Source photographique : Wikipédia).

Suite à un tel succès, d'autres ingénieurs créent la société concurrente **Atari** et développa une console basée sur les mêmes principes (une console reliée à une télévision, simulant des formes qui se dirigent sur l'écran via des manettes de commandes), et connue pour son jeu **Pong** sorti en 1972, qui initia la popularisation des jeux vidéo au niveau mondial.

Les jeux vidéo se sont donc manifestés et adaptés logiquement compte tenu des dispositifs technologiques nouveaux qui sont apparus au cours de la 2^{ème} moitié du 20^{ème} siècle. Ce phénomène nous pousse à constater que la pratique universelle du jeu, constitutive sur le plan individuel mais également à l'échelle de la société, s'adapte à notre époque et à ce qu'elle offre sur le plan social, technique et culturel. Cette adaptation s'est observée au cours de ces 15 dernières années avec l'accès facile à l'internet au sein du foyer familial, l'émergence des réseaux sociaux et des appareils mobiles tels que les smartphones et tablettes, et plus récemment encore avec l'accès au public à la réalité virtuelle et augmentée.

1.1.3 Définition

Citation : « Le jeu vidéo est une application interactive, qui rentre en interaction avec un joueur. » Alvarez (2007)

Comme nous l'avons vu avec le développement des premiers dispositifs (cf. **Figure 23**), jouer à un jeu vidéo requiert un matériel électronique qui va permettre au joueur d'agir par le biais de commandes et de percevoir l'environnement simulé sur le plan visuel et sonore principalement. Une console de jeu vidéo va donc se composer de trois éléments principaux : **le ou les périphériques d'entrée, la plate-forme, et le ou les périphériques de sortie**. Le ou les périphériques d'entrée permettent au joueur d'agir sur le système qui se traduit par une action dans le jeu. Les périphériques d'entrée les plus répandus sont la manette de jeu et l'ensemble clavier/souris, mais il en existe une multitude comme les volants pour les jeux de course ou les joysticks pour les jeux de pilotage, etc. Le ou les périphériques de sortie permettent d'afficher une image et du son. Les plus répandus sont la télévision ou l'ordinateur mais ces dernières années on peut voir émerger des dispositifs intéressants comme le casque de réalité virtuelle. La plate-forme est le système informatique qui va réaliser les calculs nécessaires pour générer le jeu vidéo sur les périphériques de sortie et enregistrer les commandes du joueur via les périphériques d'entrée. Il existe une grande variété de plates-formes, les principales étant l'ordinateur, la console de jeu et le smartphone, ce dernier ayant connu un succès exponentiel, au point d'être devenu en quelques années le dispositif de jeux vidéo le plus populaire.

Plusieurs recherches ont proposé des définitions et des méthodes de classifications sur la base des caractéristiques des jeux vidéo (Garris et al., 2002 ; [Malone, 1981](#) ; Prensky, 2001, [Alvarez, 2007](#)). Les jeux vidéo sont des logiciels **interactifs**, dans lequel le joueur y trouve un ensemble de **règles convenues et de contraintes**, et dans lequel il est dirigé par un **objectif clair** souvent fixé par un **challenge** ([Wouters et al., 2013](#)). En outre, les jeux vidéo transmettent un **feedback** régulier, par le biais d'un score ou de changements dans l'environnement du jeu, pour permettre aux joueurs de constater leur progression et leur statut vis-à-vis de l'objectif à atteindre. Certains auteurs affirment que les jeux vidéo impliquent alors une activité de compétition (contre une intelligence artificielle, un ou plusieurs autre(s) joueur(s), ou contre soi-même), mais on peut s'interroger sur le fait que cela soit une caractéristique propre à la définition d'un jeu vidéo.

Il existe une grande variété de catégories de jeux vidéo, se distinguant par la nature de l'objectif à atteindre, de l'environnement et du Gameplay. Certains jeux vidéo ne se limitent pas à une seule catégorie, empruntant les règles de plusieurs catégories à la fois. Les travaux de classification sont encore récents, ce qui est tout simplement dû au fait que les jeux vidéo sont un média récent. Il n'existe donc pas de théorie générale sur la classification des jeux vidéo. Néanmoins des travaux intéressants ont été réalisés, comme ceux de Damien Djaouti et Julian Alvarez (2006-2008) qui ont développé un site web de classification de plusieurs milliers de jeux vidéo en se basant sur les critères de Gameplay, d'intention, de domaines d'application et de publics ciblés¹⁴.

Le jeu vidéo est en constante évolution comme en témoigne le succès soudain des plateformes mobiles avec l'arrivée sur le marché des smartphones et un peu plus tard des tablettes il y a une dizaine d'années. Les différentes composantes du système de jeu, à savoir les périphériques d'entrée, de sortie et la plate-forme de jeu font l'objet de recherches constantes afin de proposer des dispositifs toujours plus immersifs et divertissants. Citons par exemple le cas du casque de réalité virtuelle tels que l'*Oculus Rift*, le *Vive* de HTC, ou encore le *Playstation VR* de Sony qui depuis un ou deux ans sont disponibles sur le marché, et permettent d'imaginer une nouvelle façon de jouer au jeu vidéo, en faisant partie intégrante

¹⁴ Gameclassification : un site de classification des Serious Games développé par Alvarez, Djaouti et Rampoux : [lien n°14](#).

de l'environnement. Ce nouveau dispositif élargit l'éventail des possibilités offertes par le jeu vidéo.



Figure 24 : Photographie du casque de réalité virtuelle **HTC Vive**. Le dispositif est équipé d'un affichage très haute résolution et de nombreux capteurs afin d'optimiser l'immersion du joueur. Le marché du casque de réalité virtuelle encore récent, représenterait une nouvelle évolution du jeu vidéo.

L'interaction entre le jeu vidéo et le joueur induit plusieurs paramètres, que Yee (2006) a proposé de classer en 3 catégories : les paramètres de l'exploit, du social et de l'immersion. Ces paramètres apparaissent selon l'auteur comme des facteurs de motivation à jouer. Ils seraient alors nécessaires pour amener le joueur à poursuivre l'expérience ludique.

Exploit	Social	Immersion
Avancement Progrès, Pouvoir, Accumulation, Statut	Socialisation Bavardage, Aider, Se faire des amis	Découverte Exploration, Traditions, Trouver des choses cachées
Mécanique Chiffre, Optimisation, Modélisation, Analyse	Relations Personnel, Parler de soi, Recevoir et donner de l'aide	Jeu de rôle Scénario, Histoire du personnage, Rôles, Fantasy
Compétition Défi aux autres joueurs, Provocation, Domination	Travail en équipe Collaboration, Groupes, Exploits de groupe	Customisation Apparence, accessoires, styles, assortiments de couleurs
		Evasion Relaxation, s'évader de la vie,

Figure 25 : Tableau présentant une synthèse de la typologie des joueurs de jeu vidéo (Yee, 2006, cité dans Leroux, 2016)

1.1.4 La place des jeux vidéo dans notre société

Après un essor progressif initié par la commercialisation des premières consoles de jeux et des ordinateurs de bureau dans les années 70-80, les jeux vidéo sont devenus aujourd'hui un support universel de divertissement, de culture mais également d'apprentissage. Il s'agit d'un des outils multimédias les plus populaires, utilisé par toutes les tranches d'âge et toutes les classes socio-économiques dans le monde entier. L'industrie du jeu vidéo s'adapte à toute demande en proposant un panel de thématiques, de *Gameplay*, et de support hardware/software, extrêmement diversifié.

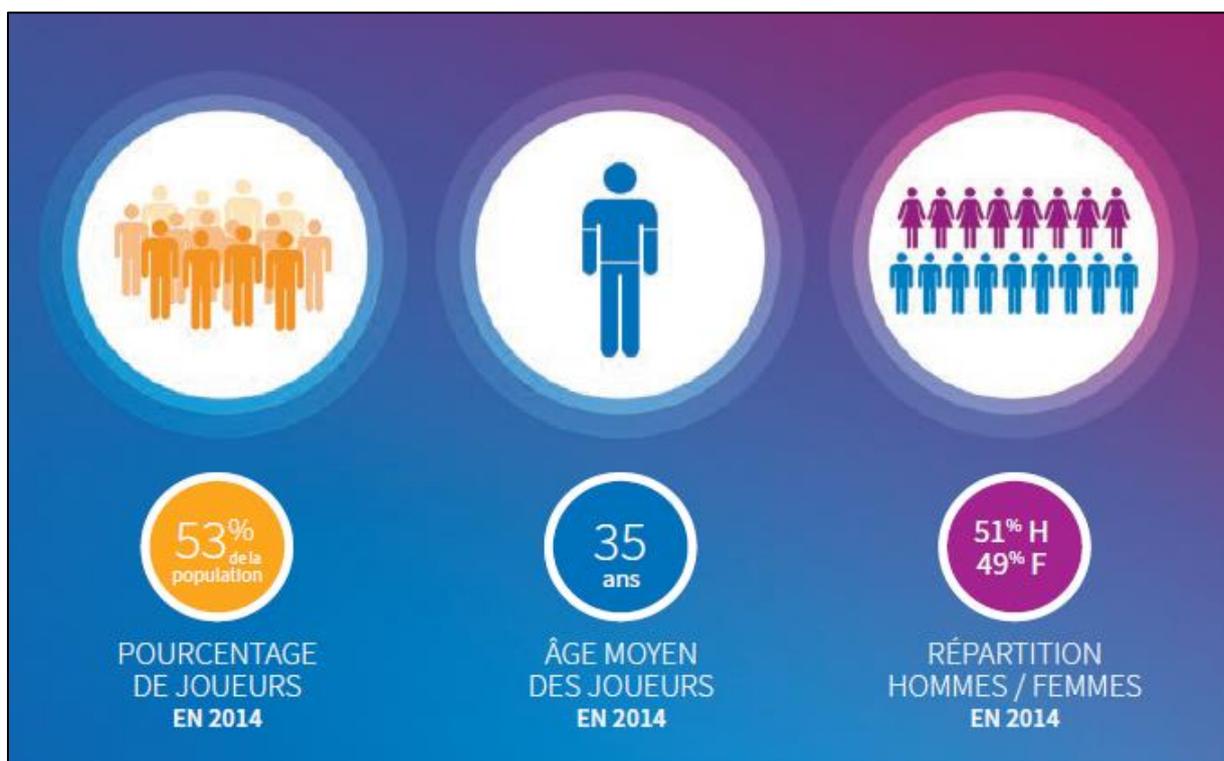


Figure 26 : Les français et les jeux vidéo en 2014, d'après [une étude du SELL/GFK](#) effectuée auprès d'un échantillon de 1002 participants âgés de 10 à 65 ans.

D'après une étude du SELL (2014) effectuée sur un échantillon de 1002 sujets âgés de 10 à 65 ans (Syndicat des Éditeurs de Logiciels de Loisirs) et présentée par l'AFJV (Association Française pour le Jeu Vidéo), le jeu vidéo représenterait la 2^{ème} industrie culturelle en France juste après le livre. Plus d'un français sur deux se déclare comme utilisateur régulier de jeux vidéo, avec une répartition homme/femme équivalente (51% d'hommes et 49% de femmes) et une moyenne d'âge située à 35 ans. Sachant que moins de 20% des français déclaraient jouer aux jeux vidéo en 2000 avec une moyenne d'âge située autour de 21 ans et une forte

majorité d'hommes, les chiffres actuels nous montrent à quel point l'usage des jeux vidéo a évolué.

Il est important de mentionner que dans un contexte économique français fragile, l'industrie du jeu vidéo fut l'un des rares secteurs qui présentait encore de la croissance en France en 2014. En effet, d'après l'étude du SELL (2014), le secteur du jeu vidéo fut le seul secteur des loisirs en croissance en 2014 (croissance estimée à +4% avec un CA de 2.7 milliards d'euros pour l'année 2014 comprenant le hardware, le software, les accessoires, le commerce en ligne et l'industrie mobile).

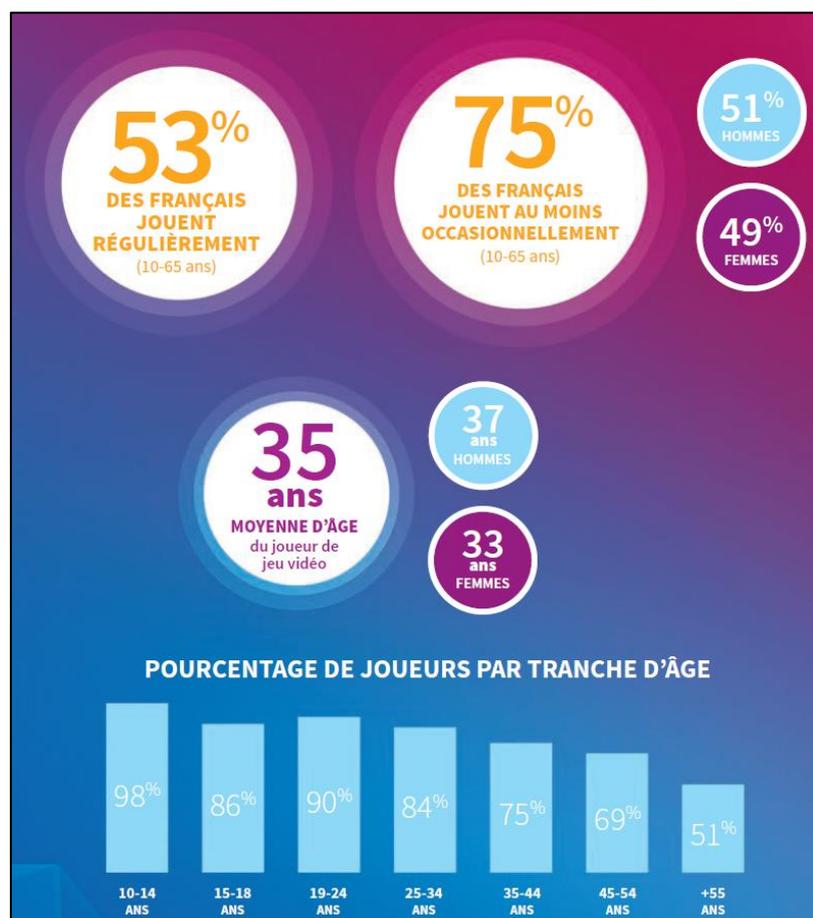


Figure 27 : Usage des jeux vidéo en France et répartition par âge, d'après une étude du SELL/GFK effectuée auprès d'un échantillon de 1002 participants âgés de 10 à 65 ans.

De tels chiffres mettent en évidence l'implantation de plus en plus importante du jeu vidéo en termes de loisirs mais également de culture. En effet, le jeu vidéo correspond à la 2ème industrie culturelle derrière le livre en France en 2014. 70% des français estiment qu'il s'agit

d'une nouvelle culture, 78% qu'il s'agit d'un loisir pour toute la famille et 61% que c'est une activité positive pour le joueur.

Aux États-Unis, l'ESA¹⁵ a publié un rapport sur la popularité des jeux vidéo sur ordinateur en 2009. Ils ont pu notamment observé que plus de 65% des foyers américains jouent à des jeux vidéo sur ordinateur, et que 25% des joueurs américains ont plus de 50 ans, avec un âge moyen des joueurs de 35 ans. La répartition hommes/femmes est 60%/40%.

Gentile (2009) a mesuré le temps consacré aux jeux vidéo sur une population de 1178 américains âgés entre 8 et 18 ans. Il apparaît que le temps moyen est de 13.2 heures par semaine, avec une différence significative entre les hommes (16.4 heures) et les femmes (9.2 heures). Dans son étude, les joueurs qualifiés de pathologiques consacrent 24.6 heures par semaine aux jeux vidéo, ce qui correspond au temps passé à l'école aux États-Unis. Comparativement, les joueurs considérés non pathologiques ont un temps moyen de jeu vidéo de 11.6 heures, correspondant aux estimations mesurées par la Federation of American Scientists (2005, dans Tobias et Fletcher, 2011, p. 5).

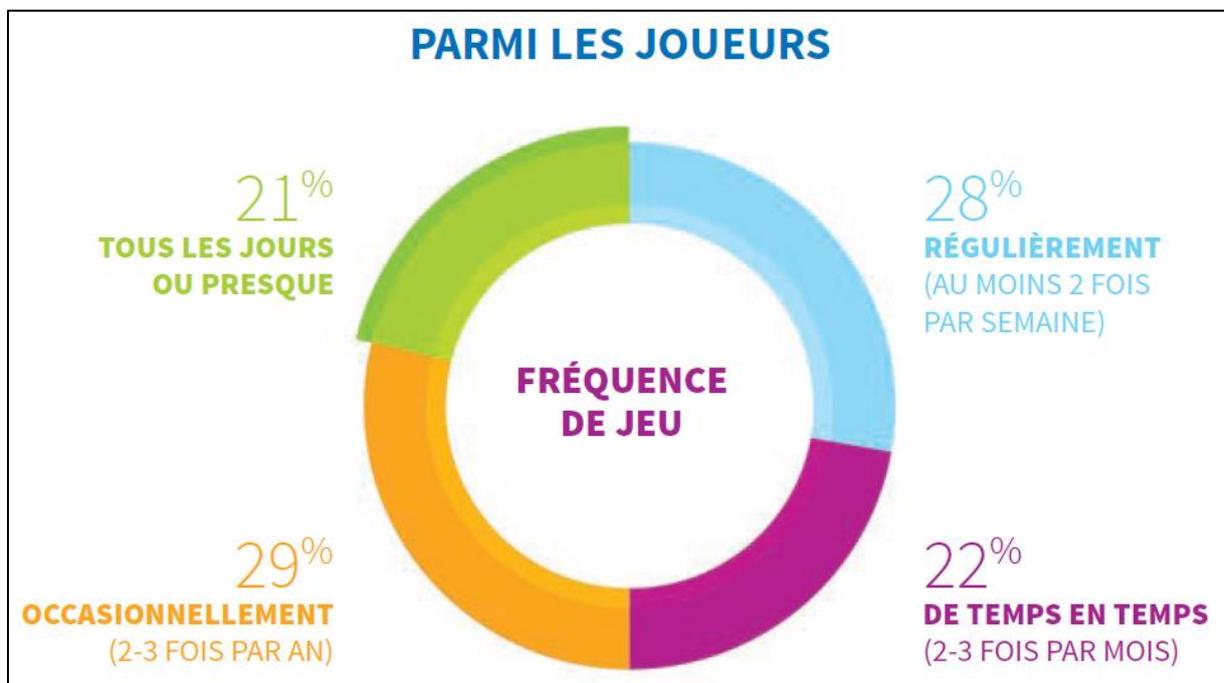


Figure 28 : Fréquence d'utilisation des jeux vidéo chez les joueurs en France, d'après une étude du SELL/GFK effectuée auprès d'un échantillon de 1002 participants âgés de 10 à 65 ans.

¹⁵ Entertainment Software Association

L'impact des jeux vidéo a bouleversé l'ensemble de la société humaine sur tous les niveaux ; leur utilisation a eu un impact considérable dans la culture, le divertissement, les rapports sociaux, l'apprentissage dans le cadre scolaire et professionnel. En témoignent l'intégration de ce média dans d'innombrables événements et projets d'exposition culturels et artistiques tels que l'exposition d'une collection de 14 jeux vidéo au sein du **Museum of Modern Art de New York**, mettant ainsi en avant la question de considérer le jeu vidéo comme une forme d'art et de culture¹⁶, l'apparition et la reconnaissance législative de l'*e-sport*¹⁷ (pour « *Electronic Sport* ») et de compétitions autour de cette discipline en France¹⁸ et dans le monde^{19 20}, la question d'une nouvelle discipline olympique étant même posée pour l'année 2020 à Tokyo^{21 22}, ou encore la sélection des étudiants à l'université américaine Robert Morris sur la base des performances aux jeux vidéo de type MMO tels que *League Of Legends*²³.

L'Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé (INPES) a publié un rapport sur l'utilisation des jeux vidéo dans la société en ciblant la France et l'Europe, et en s'intéressant plus particulièrement à l'utilisation des jeux vidéo chez les adolescents. Dans ce rapport est notamment présenté l'enquête de l'Observatoire Français des Drogues et des Toxicomanies (OFDT) et du Centre Pierre-Nicole de la Croix-Rouge française publié en 2014 sur l'utilisation d'Internet et des jeux vidéo auprès d'un échantillon de 2000 adolescents français issus de collèges et lycées (12 à 17 ans). Il apparaît qu'au sein de cette population, les activités via un écran seraient en premier lieu Internet et les jeux vidéo. 8 participants sur 10 déclaraient jouer au moins une fois aux jeux vidéo par semaine. En outre, d'après une autre étude de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) portant également sur les jeunes générations et plus spécifiquement sur les adolescents de 17 ans, il apparaît que 80 % des joueurs de cet âge déclarent avoir utilisé Internet durant les sept derniers jours ; environ un sur quatre comme moyen d'échange, entre deux et cinq heures par jour ; moins d'un sur cinq entre cinq et dix heures et un sur dix plus de dix heures par jour.

¹⁶ Le Museum of Modern Art de New York crée une exposition sur le jeu vidéo : [lien n°16](#)

¹⁷ Le statut de joueur professionnel proposé par le Sénat en France : [lien n°17](#)

¹⁸ Le gouvernement français est favorable au développement de compétition d'e-sport en France : [lien n°18](#)

¹⁹ La progression de la médiatisation des compétitions de e-sport dans le monde : [lien n°19](#)

²⁰ 7 vidéos pour comprendre le succès des vidéos de compétition de e-sport : [lien n°20](#)

²¹ Les jeux vidéo représentés aux JO de Tokyo ? : [lien n°21](#)

²² Les JO de Tokyo intégreront peut-être les jeux vidéo en 2020 : [lien n°22](#)

²³ Recrutement d'une université américaine sur la base des performances dans *League of Legends* : [lien n°23](#)

Malgré la présentation toujours teintée d'inquiétude et de mise en relation avec les pratiques excessives de ces multimédias qui ne concernent qu'une très faible minorité de joueurs (Leroux, 2008), ces mêmes structures n'ayant d'ailleurs aucune données précises concernant la gravité de ces pratiques excessives qualifiées d'addictives et comparées à la consommation de drogues (**1 à 3% des joueurs réguliers** d'après les chiffres, mais il n'y a pas de consensus), il est intéressant de noter que l'INPES n'écarte malgré tout en aucun cas le fait que le jeu vidéo puisse avoir des intérêts divers pour l'adolescent, et admet même que celui-ci peut également être une source alternative et efficace d'apprentissage, d'épanouissement ainsi qu'un vecteur d'interactions sociales. D'après le spécialiste Yann Leroux (2008), les études menées sur la question de l'addiction aux jeux vidéo observent que ces pratiques excessives se définissent davantage comme des symptômes liés à des troubles et syndromes antérieurs plutôt que la source de l'état mental et l'isolement social des individus concernés.

Cet état des lieux concernant la place du jeu vidéo dans notre société, son utilisation et son statut tant législatif que culturel et artistique, permet de comprendre comment leur développement ont abouti à la question de son utilisation en tant que dispositif pour l'apprentissage. De plus en plus de structures tant dans le domaine informatique qu'éducatif testent les jeux vidéo dans ce cadre afin d'apporter une réponse quant à l'intérêt d'y jouer pour apprendre²⁴. Ce nouveau contexte d'utilisation nous amène alors à penser que l'étude des processus cognitifs dans le cadre de l'utilisation des jeux vidéo possède tout son intérêt.

1.1.5 Le champ d'applications des jeux vidéo s'étend : le jeu vidéo « utile »

D'après Jin & Low (2011) le jeu était utilisé à des fins d'entraînement et de pédagogie il y a plus de 2500 ans, avec le jeu *Weiqi*, connu aujourd'hui sous le nom de « Jeu de Go », qui était utilisé pour entraîner les stratèges militaires et les hauts gradés. Richter & Livingstone (2011) indiquent que les jeux de plateaux multi-joueurs comme le jeu *Royal Game of Ur*, a une histoire qui remonte à plus de 5000 ans, ce qui représente une période aussi étendue que notre civilisation. L'utilisation des jeux et aujourd'hui des jeux vidéo ont donc des racines qui remontent aux prémices de notre société, avec déjà l'idée d'utiliser le jeu à des fins

²⁴ Compte-rendu sur la question des Serious Games en éducation : [lien n°24](#)

d'entraînement et d'apprentissage. Toutefois, les données concernant l'utilisation des jeux vidéo, la fréquence et l'intensité avec laquelle ils sont utilisés depuis une vingtaine d'années, ainsi que les ressources investies dans leur développement semblent indiquer que nous n'avons jamais autant joué qu'aujourd'hui (Tobias et Fletcher, 2011).

Dans le domaine professionnel, le psychiatre Lenore Terr, qui s'intéresse aux conditions psychologiques qui favorisent le travail, a constaté que les individus qui considèrent leur emploi comme un jeu sont plus efficaces que ceux qui le considèrent comme une activité routinière (Scribner, 1999). Il a pu mettre en évidence que dans le cadre professionnel, les joueurs sont plus heureux, mieux concentrés et plus productifs.

Tobias, Fletcher, Dai et Wind (2011) travaillent sur le jeu vidéo dans le but de mettre en évidence que son utilisation a pour conséquence des améliorations diverses sur des processus cognitifs, motivationnels et émotionnels, telles que la perception, la psychomotricité, l'affect, ainsi que les connaissances. De même avec Granic (2014), qui propose de présenter les bénéfices des jeux vidéo pour le joueur sur 4 niveaux : cognitif, motivationnel, émotionnel et social. Depuis le début du XXIème siècle, compte tenu des divers bénéfices inhérents à l'utilisation des jeux vidéo, leur nombre d'applications s'accroît, avec l'idée de les utiliser à des fins utiles. Les concepteurs et pédagogues proposent notamment de s'appuyer sur l'aspect ludique du jeu vidéo pour motiver le joueur dans une activité qui va également lui transmettre des connaissances dans un contexte particulier : des connaissances académiques dans le cadre scolaire, du savoir-faire dans une formation professionnelle ou encore de la prévention dans le domaine de la santé. Les jeux vidéo sur ordinateurs se répandent donc de façon croissante comme outil de formation et d'apprentissage dans l'éducation, l'industrie et le domaine militaire (Burgos, Tattersall, & Koper, 2007 ; Herz & Macedonia, 2002).

1.2 Jeu vidéo et apprentissage

Il existe un grand nombre d'arguments en faveur de l'adoption de jeux vidéo comme outil d'apprentissage, tout comme le potentiel de ces outils à renforcer la motivation. D'après Tobias & Fletcher (2011), il y a un grand intérêt dans les jeux vidéo pour adapter leur utilisation pour l'entraînement et l'éducation. Les éducateurs et entraîneurs de domaines très variés, le secteur militaire, la publicité, la santé et les entreprises envisagent aujourd'hui très sérieusement le jeu vidéo pour transmettre des données utiles au joueur.

Le domaine éducatif et l'entraînement partagent la plupart des principes et des procédures, mais divergent par rapport aux objectifs. (Tobias & Fletcher, 2011, p. 3). Tandis que l'objectif principal de l'éducation est de préparer les apprenants aux différents défis de la vie, l'entraînement a pour but de renforcer les compétences d'un individu pour une tâche spécifique. Les jeux ont cette spécificité de pouvoir se montrer efficace dans ces deux contextes d'apprentissage.

Il existe peu de méthodes d'apprentissage utilisées dans les domaines éducatifs ou d'entraînement qui induisent un intense intérêt chez les apprenants, ou qui amène les étudiants à persister sur la tâche aussi longtemps que le jeu dure, propriétés qui sont les clés d'un rapport coût-bénéfices optimal (Tobias et Fletcher, 2011). Par conséquent, il semble raisonnable pour les éducateurs et les formateurs de considérer l'utilisation des jeux vidéo pour améliorer les aspects motivationnels de leurs méthodes d'apprentissage, et par là même leur efficacité. Les partisans des jeux vidéo comme outil éducatif suggèrent que ce type de divertissement se distingue des méthodes traditionnelles d'apprentissage par le fait qu'ils immergent le joueur et apprenant dans un environnement riche (Malone, 1980). Malone (1980), Greeno, Collins & Resnick (1996), Schank (2005), notamment, estiment que l'apprentissage actif (« *learning by doing* ») est plus efficace que l'apprentissage passif (« *learning by telling* »), ce qui amène à suggérer que les formations pourraient être réalisées par le biais de jeux complexes et réalistes qui engageraient le joueur à un haut niveau en termes de processus cognitifs. Les jeux massivement multi-joueurs (MMORPG) sont par exemple mis en avant comme étant un type de jeu induisant un niveau d'activité cognitive particulièrement important, notamment par la richesse des interactions nécessaires entre les joueurs (collaboration, stratégies et organisation) et leur caractère immersif (Richter & Livingstone, 2011).

L'acquisition des connaissances et le transfert des compétences apprises dans un jeu vidéo vers des tâches en environnement réel a été démontré dans un nombre important de travaux²⁵ (Gopher, Weil, & Bareket, 1994 ; Knerr, Simutis, & Johnson, 1979). Néanmoins, la recherche sur l'entraînement via des jeux vidéo n'est pas uniquement positive, avec un certain nombre de recherches montrant que ces derniers ne conduisent pas toujours vers les

²⁵ Infographie sur l'usage des jeux vidéo dans l'éducation anglaise : [lien n°25](#)

propriétés motivationnelles désirées et les apports pédagogiques voulus (Hays, 2005). Etant donné la popularité croissante de l'utilisation des jeux vidéo pour des objectifs pédagogiques, la recherche s'est donnée pour objectif d'identifier les facteurs qui maximisent l'efficacité de ces dispositifs de formation. Les premières expériences sur le sujet ont par exemple démontré que les propriétés d'un jeu vidéo, tels que la difficulté, le réalisme, et l'interactivité, affectaient les résultats de l'apprentissage dans des jeux vidéo éducatifs (Belanich, Sibley, & Orvis, 2004 ; Garris, Ahlers, & Driskell, 2002 ; Malone & Lepper, 1987).

De même, ces premières publications suggèrent que pour être le plus efficace, les jeux vidéo éducatifs devraient présenter un niveau optimal de difficulté pour les apprenants (Orvis et al., 2008). Cette zone de difficulté pourrait être pensée telles les lignes de la zone proximale de développement de Vygotsky – où l'entraînement devrait être difficile pour l'apprenant, mais pas au-delà de ses capacités (Vygotsky, 1978). Les jeux vidéo éducatifs qui sont trop faciles ou trop difficiles peuvent conduire à réduire la motivation et le temps consacré à la tâche par le joueur (Bowman, 1982 ; Malone, 1981 ; Malone et al., 1987 ; Paas, Tuovinen, van Merriënboer, & Darabi, 2005 ; Provenzo, 1991) ; qui, au bout du compte, pourrait amener à de moins bons résultats d'apprentissage, avec des connaissances, des capacités acquises et de la mémorisation réduites (Colquitt, LePine, & Noe, 2000 ; Tannenbaum, & Salas, 1992 ; Tannenbaum & Yukl, 1992). Alors que les recherches améliorent la compréhension sur les propriétés des jeux qui peuvent influencer l'efficacité de l'apprentissage, encore peu de travaux ont étudié comment intégrer de façon optimale ou comment manipuler ces propriétés dans un jeu vidéo éducatif.

D'après Tobias et al. (2011), il est clair que les utilisateurs tirent de l'apprentissage à partir des jeux vidéo. Cependant, la recherche dans ce domaine cherche notamment à déterminer s'il est possible de concevoir des jeux dans lesquels les utilisateurs acquièrent ce que les éducateurs et formateurs veulent qu'ils apprennent, et donc ce pour quoi le jeu a été initialement développé. Autrement dit, peut-on obtenir un certain contrôle de l'apprentissage à partir d'un jeu vidéo de type *Serious Game* ? Les joueurs peuvent-ils atteindre des objectifs de formation et d'apprentissage initialement spécifiés à partir de ces jeux vidéo et des objectifs mentionnés par l'enseignant et le formateur ? Les apprentissages à partir des jeux transmettent-ils des connaissances et des compétences permettant d'améliorer les

performances à l'école, sur des fonctions particulières dans le secteur professionnel, ou encore sur des activités diverses dans la vie de tous les jours ? Tandis que la plupart des auteurs mentionnés ont aujourd'hui tendance à répondre par l'affirmative en s'appuyant notamment sur l'argument de la pédagogie active, du ludisme, ou encore de la motivation dans les jeux vidéo et plus généralement sur le multimédia informatisé, d'autres estiment qu'il faut encore chercher des réponses à toutes les problématiques que soulèvent l'utilisation du jeu vidéo à des fins d'apprentissage.

2. Les Serious Games en tant que TICE : Le plaisir de jouer au service de l'apprentissage

L'idée que le jeu ne se limite pas à un simple divertissement est centrale pour comprendre le but d'un **Serious Game**. En effet, dans une société où toute activité utilitaire et sérieuse s'oppose au divertissement et au plaisir (Alvarez, 2007), il est aisé d'en conclure que le jeu n'aurait d'autre intérêt que le divertissement. Or, comme nous l'avons énoncé précédemment, la recherche a démontré que l'activité de jeu est centrale pour le développement cognitif, culturel et social chez l'Homme, comme chez un certain nombre d'espèces animales au cerveau complexe et aux interactions sociales riches, tels que les primates et certains mammifères marins (Garrigues, 2001). Il semble donc que le jeu a toujours été une activité efficace pour permettre à l'apprenant de développer des aptitudes diverses (Rampoux, Djaouti et Alvarez, 2016). Dans l'histoire de l'humanité, le jeu a toujours occupé une place particulièrement importante. Inhérent à ses aptitudes cognitives et sa nature sociale, c'est une activité qui s'est extrêmement diversifiée et solidement implantée dans notre civilisation. A partir de la fin du 20^{ème} siècle, l'essor des technologies numériques a abouti au développement de nouveaux dispositifs, tels que la télévision et l'ordinateur. Les possibilités offertes par l'interaction entre l'Homme et la machine via les écrans lui donnèrent la possibilité de créer un nouveau terrain de jeu. C'est ainsi que naquirent notamment les jeux vidéo, support de divertissement qui devint rapidement l'activité ludique la plus pratiquée dans le monde. Et très vite, l'idée de penser à une fonction utile du jeu vidéo pour son utilisateur, tels que l'apprentissage, la prévention, la diffusion d'un message ou encore l'entraînement, émergea. Le 21^{ème} siècle vit alors apparaître un nouveau bouleversement dans l'histoire des jeux vidéo, avec l'essor du concept de **Serious Game**. Un nombre croissant de domaines d'activités a alors redécouvert via le numérique que le jeu était un facteur d'apprentissage particulièrement efficace. Cette évolution dans l'usage des jeux vidéo et ses

applications utilitaires a ainsi abouti aux Serious Games (a) et à la gamification (b). Dans la 1^{ère} catégorie (a), le **Serious Game** se définit comme une catégorie de jeux vidéo intégrant un scénario ou au moins un but utile pour l'utilisateur dans un contexte spécifique. Il s'agit donc d'un jeu incluant un « objectif pédagogique, dont la propriété est de susciter l'envie d'apprendre » (Alvarez, 2007, p. 32). Dans une société où la majeure partie de la population active en France s'est divertie de ces jeux vidéo dès l'enfance, avec en première vague la *Génération X*, c'est-à-dire les individus nés avec les jeux vidéo, l'idée d'utiliser ce type d'application à des fins utiles semble pertinente. Non pas nécessairement dans l'idée que les jeux vidéo seraient pour cette nouvelle population « numérisée » un moyen plus efficace d'apprendre, car cette question ne fait toujours pas consensus²⁶ (Tricot, 2010 ; Hays, 2005), mais plutôt dans l'idée d'utiliser un outil adapté et reconnu par cette population. D'après Alvarez (2007), l'apparition des Serious Games prend pour point de départ le développement du jeu de simulation *America's Army* créé en 2002 et édité par *Ubisoft* en collaboration avec l'armée américaine. Dans la 2^{ème} catégorie (b), nous sommes dans un usage de règles et principes issus du jeu vidéo plus subtils mais néanmoins applicables à un plus grand nombre d'applications. En effet, la **Gamification** va consister à développer des applications de diverses natures et n'étant alors pas fondamentalement un jeu vidéo, mais qui vont tout de même utiliser certains principes issus de ces derniers (Muletier, Bertholet et Lang, 2014). Par exemple, le *scoring*, système d'évaluation dans les jeux vidéo consistant à dénombrer le degré d'atteinte des objectifs à valider, et permettant notamment d'attribuer au joueur un classement, des récompenses et des titres, est un élément de plus en plus utilisé dans un certain nombre d'applications informatiques, notamment de formation et d'apprentissage²⁷.

D'après le sociologue Pascal Balancier (Kasbi, 2013), il y a **deux raisons majeures** qui expliquent pourquoi nous devons nous intéresser aux Serious Games. D'une part, il s'agit d'un domaine d'activité en plein essor qui s'étend à un nombre croissant de secteurs et de publics. D'autre part, le Serious Game est un outil efficace, son but étant de transmettre des connaissances utiles pour le joueur tout en lui proposant un cadre divertissant et motivant.

²⁶ Le numérique va-t-il bouleverser les pratiques pédagogiques ? : [lien n°26](#)

²⁷ 10FastFingers : un site web qui utilise les codes du jeu vidéo pour apprendre et progresser en dactylographie : [lien n°27](#).

2.1 L'émergence d'un nouveau genre de jeu vidéo : le Serious Game

Depuis le début du 21^{ème} siècle, le développement des Serious Games s'est intensifié. Les secteurs dans lesquels ils sont proposés se sont grandement multipliés, du domaine de la santé pour de la prévention au domaine du marketing pour la promotion d'une marque ou d'un produit spécifique, en passant par l'apprentissage et l'entraînement dans le domaine scolaire et la formation professionnelle. Plusieurs gouvernements ont réagi face à cet essor potentiellement profitable pour l'économie du pays, en mettant en place des projets de financements pour le développement de Serious Games. C'est notamment le cas de la France, qui a investi dans ce secteur depuis quelques années en proposant des financements pour les projets de développement novateurs dans ce domaine²⁸. La communauté scientifique a également démontré un intérêt fort pour le Serious Game, tant sur ses aspects techniques, éducatifs, et sociaux, comme en témoignent le nombre de Colloques et de publications croissantes sur le sujet ([Rampnoux, Djaouti et Alvarez, 2016](#)).

Avec le succès commercial de l'industrie du jeu vidéo, il est plutôt cohérent de constater les mêmes tendances lorsque le jeu vidéo est développé à des fins utiles. Pour ce qui concerne le Serious Game, l'Institut de l'Audiovisuel et des Communications en Europe ([IDATE](#)) a publié un rapport présentant un certain nombre de chiffres et de bouleversements sociétaux qui mettent en lumière cet essor du Serious Game. En 2010, le chiffre d'affaires du Serious Game était de 1.5 milliards d'Euros en Europe. Les estimations de croissance du Serious Game par l'IDATE sont de l'ordre de plus de 45% par an, avec une industrie et une société qui met en place de plus en plus d'initiatives de développement de Serious Games à des fins de plus en plus diversifiées. Selon Balancier ([Kasbi, 2013](#)) cet essor du Serious Game s'explique par plusieurs facteurs favorables.

Premièrement, comme nous l'avons vu précédemment, le jeu est une activité qui a depuis toujours fait partie de notre société, de par sa nécessité et son efficacité. L'importance du jeu et son utilité s'est donc aujourd'hui mise à jour en utilisant les codes du jeu vidéo, qui représente aujourd'hui le loisir par excellence. Il s'agit là du facteur culturel.

²⁸ Le gouvernement finance le développement des Serious Games : [lien n°28](#)

Deuxièmement, les chiffres présentés précédemment sur la place de l'ordinateur, du mobile et de la console de jeux au sein du foyer français moyen permettent de constater d'un facteur technologique également favorable à l'essor du Serious Game. Ces dispositifs présentent un coût moyen qui apparaît de plus en plus abordable, amplifiant par conséquent l'accès au Serious Game dans un nombre de plus en plus varié de structures, tels que l'école, l'entreprise, etc.

Enfin, le troisième facteur correspond au fait que les générations nées avec le jeu vidéo prennent une part de plus en plus importante au sein de la population active (génération X), les générations qui suivent (génération Y et Z), nées dans un contexte technologique encore plus poussé (démocratisation de l'accès au web, mobile, tablette, réseaux sociaux, etc) se trouvant actuellement au sein du système scolaire. Ces générations constitutives de la société actuelle se trouvent donc en adéquation totale avec un système d'apprentissage basé sur ce qu'ils connaissent et comprennent depuis leur plus jeune âge, le jeu vidéo.

Talking a different language					
Formative experiences	Maturists (pre-1945) Wartime rationing Rock'n'roll Nuclear families Defined gender roles - particularly for women	Baby boomers (1945-1960) Cold War 'Swinging Sixties' Moon landings Youth culture Woodstock Family-orientated	Generation X (1961-1980) Fall of Berlin Wall Reagan/Gorbachev/ Thatcherism Live Aid Early mobile technology Divorce rate rises	Generation Y (1981-1995) 9/11 terrorists attacks Social media Invasion of Iraq Reality TV Google Earth	Generation Z (Born after 1995) Economic downturn Global warming Mobile devices Cloud computing Wiki-leaks
Percentage in UK workforce	3%	33%	35%	29%	Employed in either part-time jobs or apprenticeships
Attitude toward career	Jobs for life	Organisational - careers are defined by employees	"Portfolio" careers - loyal to profession, not to employer	Digital entrepreneurs - work "with" organisations	Multitaskers - will move seamlessly between organisations and "pop-up" businesses
Signature product	Automobile	Television	Personal computer	Tablet/smartphone	Google glass, 3-D printing
Communication media	Formal letter	Telephone	E-mail and text message	Text or social media	Hand-held communication devices
Preference when making financial decisions	Face-to-face meetings	Face-to-face ideally but increasingly will go online	Online - would prefer face-to-face if time permitting	Face-to-face	Solutions will be digitally crowd-sourced

Source: Barclays, University of Liverpool

Figure 29 : Les usages, le travail, les valeurs et les moyens de communication en fonction des générations (Rapport de Barclays, 2013).

Mais comme le souligne Balancier, tout comme la bande dessinée et le cartoon, même si le jeu vidéo a tout d'abord ciblé de préférence une certaine tranche d'âge, son essor a abouti à une réadaptation du média aux attentes et besoins de toutes les générations. Il n'est pas rare

aujourd'hui de voir des témoignages d'individus du 3ème âge trouver satisfaction dans l'usage des jeux vidéo, que ça soit en institution ou à domicile ([Alava et Moktar, 2014](#)).

2.2 Qu'est-ce qu'un « Serious Game » ?

Du point de vue de nombreux auteurs sur le sujet, la définition du Serious Game ne peut guère se présenter en quelques lignes tant la diversité des champs d'application et les objectifs liés à cet outil sont étendus (Alvarez, 2007 ; Alvarez et Djaouti, 2010 ; Kasbi, 2012). En outre, les différentes caractéristiques du Serious Game et ses applications évoluent rapidement, les équipes de conception imaginant toujours plus de méthodes d'utilisation et de situation pertinentes pour les utiliser, ce qui enrichit encore la complexité d'une conceptualisation claire sur le Serious Game. La classification des Serious Games d'Alvarez²⁹, permet de constater l'ampleur du champ d'application des Serious Games, et surtout propose une méthodologie de classification basé sur le modèle G/P/S (Gameplay/ Permet de/ Secteur) (Djaouti et Alvarez, 2008, 2012). Quelques invariants sont alors cernés par les spécialistes, ce que nous commencerons par présenter, pour ensuite énoncer les caractéristiques spécifiques des Serious Games dans ses formes les plus courantes.

Les Serious Games sont des jeux vidéo ayant pour objectif d'apporter de l'information "utile" au joueur, variable en fonction du contexte d'utilisation ([Fenuillet, Kaplan & Yennek, 2009](#)). Ces informations qualifiées d'utiles peuvent être de nature très variée, en fonction des champs d'applications et du contexte d'utilisation des Serious Games très diversifiés (Alvarez, 2007).

Dans le but de proposer une définition globale du Serious Game, Alvarez (2007) énonce les travaux de Michael Zyda et Ben Sawyer qui ont contribué au développement des Serious Games. Zyda a participé au développement de *America's Army*, un des Serious Games les plus populaires depuis sa création en 2002, qui est joué par des millions d'utilisateurs à travers le monde. Selon cet auteur, le Serious Game est "un défi cérébral, joué avec un ordinateur selon des règles spécifiques, qui utilise le divertissement en tant que valeur ajoutée pour la formation et l'entraînement dans les milieux institutionnels ou privés, dans les domaines de l'éducation, de la santé, de la sécurité civile, ainsi qu'à des fins de stratégie de communication".

²⁹ La méthode de classification proposée par Djaouti et Alvarez : [lien n°29](#)

Sawyer travaille notamment sur la mise en relation de l'industrie du jeu électronique avec l'éducation, la formation, la santé et la sécurité civile lorsque ces derniers ont des projets nécessitant du jeu (Alvarez, 2007). Selon lui, les Serious Games sont des applications informatiques réalisées par "des développeurs, des chercheurs et des industriels qui regardent comment utiliser les jeux vidéo et les technologies associées en dehors du divertissement".

En associant ses propres travaux à ceux de Zyda et Sawyer, Alvarez (2004) définit le Serious Game comme "une application théorique dont l'intention initiale est de combiner avec cohérence à la fois des aspects sérieux tels de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus des jeux vidéo. Une telle association, qui s'opère par l'implémentation d'un **scénario pédagogique** (...), a donc pour but de s'écarter du simple divertissement". Ce scénario pédagogique, qui permet en partie de faire la distinction entre un jeu vidéo et un Serious Game, est, d'après Tricot (2007), "une fonction dédiée à un objectif pédagogique, dont la propriété est de susciter l'envie d'apprendre et dont la réalisation dépend d'un jeu vidéo avec lequel elle puisse s'intégrer".

La conception d'un Serious Game aurait pour composante 3 paramètres représentés dans la **figure 30**, qui permettent d'identifier ses propriétés éducatives, vidéoludiques et applicatives. Comme nous venons de le définir, le but central du Serious Game est de transmettre des connaissances et/ou du savoir-faire au joueur et apprenant, par le biais d'une application ludique susceptible de stimuler la motivation, la curiosité et les émotions du joueur. Enfin, le Serious Game est conçu pour un contexte d'apprentissage ou de formation spécifique, comme le domaine scolaire ou professionnel par exemple.

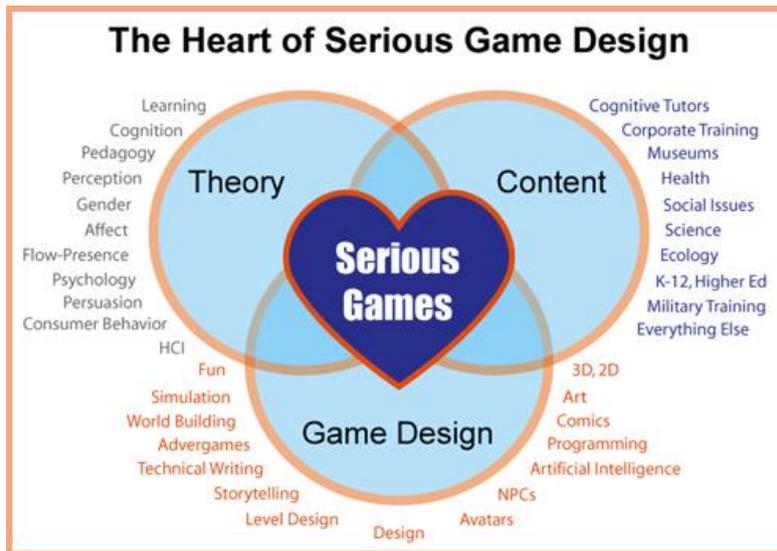


Figure 30 : les 3 propriétés fondamentales dans la conception d'un Serious Game (Ferdig, 2009).

Comme mentionné précédemment, Djaouti et Alvarez (2008, 2012) ont proposé une classification pour les Serious Games. Cette méthodologie de classification, nommée GPS pour « Gameplay/Permet de/Secteur », expose les caractéristiques fondamentales du Serious Game, permettant de caractériser un jeu et donc de le distinguer d'un autre. De plus, les auteurs ont pu par ce biais établir une base de données de Serious Games conséquente qui donne une idée de leur champ d'application. Les auteurs ont ainsi proposé un certain nombre de critères interconnectés, permettant de créer une fiche spécifique à un Serious Game. En premier lieu est mentionné **la catégorie générale**, permettant notamment de déterminer si un titre est un jeu vidéo classique, utilisé uniquement comme divertissement, ou un Serious Game, un jeu vidéo utilisé pour des objectifs qui s'ajoutent au seul divertissement. La catégorie générale va s'appuyer sur le type de Gameplay et le marché que cible le titre. Ensuite, il y a la **sous-catégorie**, déterminée à partir des intentions autres que ludiques proposées par un jeu. Dans cette rubrique, on peut donc trouver les *Advergimes* (jeux publicitaires), les *Newsgames* (jeux informatifs), les *Edugames* (jeux éducatifs), les *Exergames* (jeux d'entraînement) et enfin les *Edumarketgames* qui sont à la fois éducatifs et à portée marketing et communication. Viens ensuite le critère du **Gameplay**, correspondant à l'expérience proposée dans l'utilisation du jeu. Les auteurs proposent deux types de Gameplay : le Gameplay de type **jeu**, qui correspond à une expérience aux objectifs clairs pour le joueur, et permettant notamment d'évaluer la performance du joueur par le biais d'un

score. Dans ce type de Gameplay, le joueur sait explicitement s'il a perdu ou gagné la partie. Le deuxième type de Gameplay proposé est de type **jouet**, dans lequel il n'y pas d'objectif explicite pour le joueur. Dans ce type d'expérience, la performance n'est pas évaluée et le joueur se fixe lui-même ses objectifs. Djaouti et Alvarez sont allés encore plus loin dans l'analyse du Gameplay, en proposant un descriptif poussé du Gameplay du jeu par l'étude de ses « **règles ludiques** », représentés schématiquement par des briques de Gameplay (Cf. **Figure 31** et **32**). Ils ont alors comptabilisé 10 briques distinctes de Gameplay, permettant de présenter de façon claire et synthétique les règles de base du Gameplay pour chaque jeu analysé.

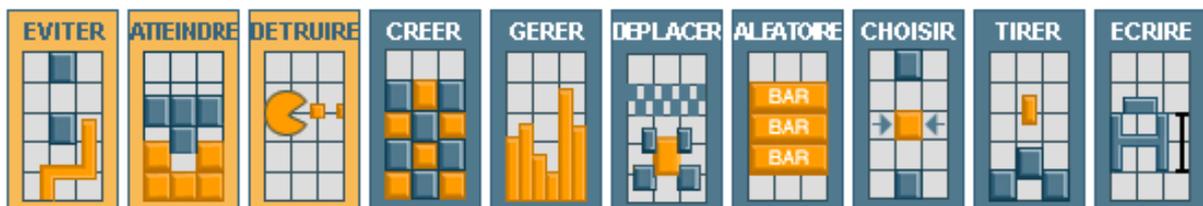


Figure 31 : Représentation schématique des règles de base du Gameplay d'un jeu par un système de brique de Gameplay proposé par Djaouti et Alvarez (2008 ; 2012).

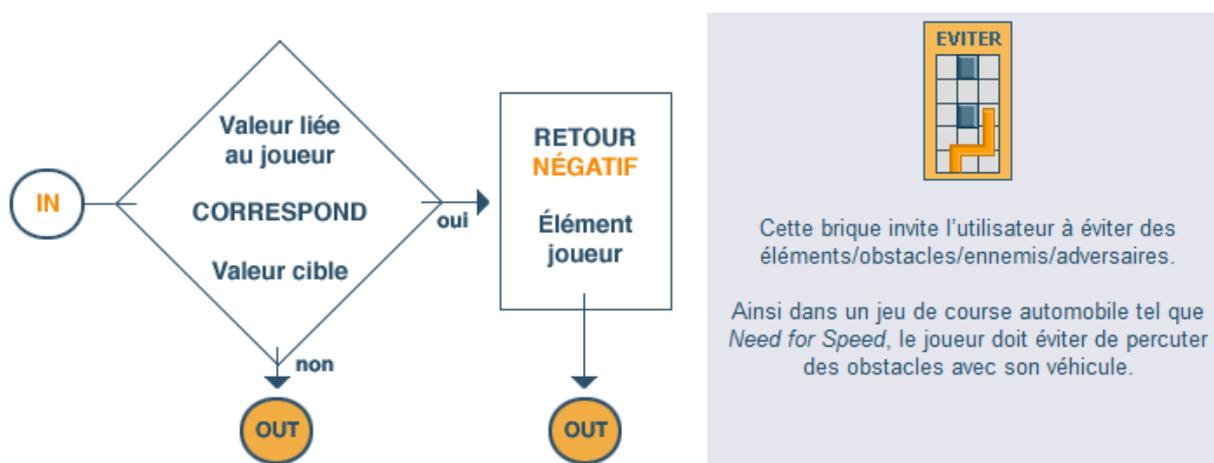


Figure 32 : Exemple de brique de Gameplay et analyse détaillée pour la brique « éviter » (Djaouti et Alvarez, 2008 ; 2012)

La rubrique de classification suivante proposée dans le modèle G/P/S adapté aux Serious

Games de Djaouti et Alvarez (2008 ; 2012), est **l'intention** du jeu. Comme mentionné par les auteurs, le jeu peut avoir d'autres objectifs que de divertir le joueur, ce qui correspond notamment, comme nous l'avons vu, à une définition possible du Serious Game. Les intentions d'un jeu, conjointement à sa dimension ludique, peuvent donc être variées : Diffuser un message éducatif, informatif, de marketing et de communication, proposer un entraînement, échanger des biens, raconter une histoire...

Le critère du **marché** visé par le jeu est également mentionné par les auteurs, correspondant aux divers domaines d'application qui peuvent être visés : le divertissement, l'éducation, la santé, l'entreprise, l'écologie, la politique, l'humanitaire, le domaine scientifique ou encore le domaine militaire...

Pour finir, Djaouti et Alvarez (2008 ; 2012) proposent la rubrique du public visé par le jeu, qu'ils définissent par la tranche d'âge (0 à 3 ans, 3-7, 8-11, 12-16, 17-25, 25-35, 35-60, 60 ans et +) et par le type de public (grand public, professionnels, étudiants).

2.3 Pour bien distinguer l'objet « Serious Game »

Les frontières du Serious Game ne sont pas si évidentes à dessiner. En effet, bon nombre d'applications s'en rapprochent, allant même parfois jusqu'à se confondre. Elles s'empruntent des caractéristiques qui a priori leur sont propres, ce qui aboutit à des solutions hybrides naviguant entre ces différentes solutions (Tobias et Fletcher, 2011 ; Rampnoux, Djaouti et Alvarez, 2016). Par exemple, certains jeux vidéo, dont l'activité initiale est le pur divertissement, sont détournés à des fins éducatives³⁰. Le contexte d'utilisation, le but initial et les règles qui régissent l'activité sont malgré tous des pistes qui permettraient de caractériser ces trois types d'activités multimédia (Tobias et Fletcher, 2011). Comme nous l'avons énoncé précédemment, tandis que le jeu vidéo sera initialement utilisé dans un but de divertissement, le Serious Game sera quant à lui utilisé pour en tirer en premier lieu de l'apprentissage. Quant à la simulation, celle-ci proposera une activité intégrant un maximum

³⁰ Enseigner l'histoire avec le jeu vidéo Assassin's Creed : [lien n°30](#)

de propriétés issues du contexte réel, afin de proposer une situation d'entraînement la plus proche possible de l'environnement réel.

Le jeu vidéo propose une activité régie par des règles plus ou moins claires, et plus ou moins difficiles, mais qui s'adaptent généralement aux actions du joueur afin de lui permettre d'en tirer du plaisir, un sentiment de réussite et une immersion qui le motiveront à poursuivre l'activité. L'environnement, le Gameplay, les graphismes sont séduisants, esthétiques et fun. Toutes les propriétés du jeu sont ici au service du divertissement (Alvarez, 2007).

Le Serious Game va quant à lui proposer un environnement de jeu où le scénario et le but d'apprentissage sont explicites et centraux dans l'activité, de façon à permettre au joueur, également apprenant dans cette situation, de comprendre clairement ce que va lui apporter l'activité sur le plan utilitaire : apprentissage, formation, compétences, etc (Kasbi, 2013). Les propriétés du jeu vidéo classiques sont ici empruntées, notamment le travail sur le caractère adaptatif du jeu aux compétences du joueur, à son niveau d'expertise. En parallèle, le caractère fun du Serious Game inspiré du jeu vidéo également, par le travail sur les propriétés amusantes, esthétiques, et séduisantes au niveau des graphismes, du Gameplay de la satisfaction du joueur à sentir sa progression, l'amélioration de ses performances.

Pour finir, la simulation va quant à elle proposer un environnement le plus strictement possible équivalent au contexte réel de l'activité simulée proposée. Ici, l'application n'a pas pour but de prodiguer du plaisir chez l'utilisateur car il ne s'agit pas d'une activité ayant pour objectif de divertir mais de façon explicite d'entraîner l'utilisateur à obtenir les meilleures performances possibles dans une situation qui nécessite un entraînement spécifique. Dans ce contexte, il n'y a alors pas d'intégration de paramètres esthétiques, ni d'adaptation au niveau des compétences de l'utilisateur, car le but n'est pas non plus de maintenir son immersion mais de lui présenter un environnement le plus réaliste et complexe possible -du moins aussi complexe que la situation réelle-. Un exemple concret serait la simulation de vol ou encore la chirurgie. L'objectif de la simulation est de rendre l'utilisateur potentiellement capable de prendre des décisions et de résoudre des problèmes par sa capacité à mettre en relation les paramètres d'entrées, en tenant compte de leurs variations et de leurs interactions, avec les résultats ciblés (Tobias et Fletcher, 2011). La simulation propose une expérience présentant un large panel de situation à l'utilisateur, de la plus commune à la situation extrême voire

improbable, de sorte que celui-ci soit préparé et entraîné à tous les cas de figure dans une formation donnée.

Tobias et Fletcher (2011) propose un tableau de synthèse dans lequel on peut voir apparaître certaines spécificités du jeu vidéo et de la simulation, permettant ainsi d’avoir une vision claire de quelques éléments permettant de les distinguer. Le tableau que nous proposons ci-dessous intègre également la catégorie des Serious Games, que nous estimons comme étant une solution vidéoludique se situant entre le jeu vidéo et la simulation dans la plupart des cas, si nous considérons notamment l’intégration et l’intensité de l’aspect ludique au sein de l’activité.

Simulation	Jeu vidéo
Sacrifiera le divertissement en faveur du réalisme	Sacrifiera le réalisme en faveur du divertissement
Scénario/tâches	Histoire/quêtes
Met l’accent sur la réussite de la tâche	Met l’accent sur la compétition/le scoring
Pas nécessairement interactif	Nécessairement interactif
Focus sur l’exactitude des règles détaillées	Focus sur la clarté des règles stylisées
Toutes les simulations ne sont pas des jeux	Tous les jeux sont des simulations

Figure 33 : Tableau de synthèse des caractéristiques de la simulation et des jeux vidéo

Simulation	Serious Game	Jeu vidéo
Sacrifiera le divertissement en faveur du réalisme	Equilibre entre réalisme et divertissement	Sacrifiera le réalisme en faveur du divertissement
Scénario/tâches	Scénario pédagogique/Objectifs d’apprentissage par le biais d’une histoire et de quêtes	Histoire/quêtes
Met l’accent sur la réussite de la tâche	Met l’accent sur l’apprentissage utilitaire qui ressort de l’activité	Met l’accent sur la compétition/le scoring
Pas nécessairement interactif	Nécessairement interactif	Nécessairement interactif
Focus sur l’exactitude des règles détaillées	Focus sur les règles stylisées et mise en relation avec l’objectif utile qu’en tire l’apprenant	Focus sur la clarté des règles stylisées
Toutes les simulations ne sont pas des jeux	Tous les Serious Games sont des simulations	Tous les jeux sont des simulations

Figure 34 : Tableau de synthèse comparatif des propriétés des simulations, Serious Games et jeux vidéo

2.4 Quelles sont les conditions pour qu'un Serious Game soit motivant et efficace en termes d'apprentissage ?

Comme nous l'avons vu, par définition, un Serious Game optimal propose un environnement divertissant dont l'objectif -pédagogique- se doit d'être motivant. Cette motivation permettrait de garantir une situation d'apprentissage efficace et durable. Le principe général étant ici exposé, quels sont les paramètres avancés qui doivent être intégrés au Serious Game pour le qualifier de dispositif ludo-éducatif motivant et performant ? Un certain nombre de recherches se sont centrés sur les conditions précises et applicatives permettant d'optimiser un Serious Game.

Malone (1981) propose un modèle théorique énonçant les conditions nécessaires pour qu'un jeu ludo-éducatif soit intrinsèquement motivant, et donc efficace pour transmettre du savoir au joueur. Il énumère ainsi 4 conditions : le challenge, la curiosité, le contrôle et la fantaisie (Cf. **Figure 35**). Ces 4 paramètres renvoient à des théories motivationnelles diverses explicitées dans une analyse de Fenouillet, Kaplan et Yennek sur l'étude de la motivation dans les Serious Games (2009).

Motivation	Principe
Challenge	But : L'activité doit reposer sur des objectifs clairs ; l'environnement ludique doit permettre facilement d'auto-générer des objectifs
	Incertitude : l'environnement doit rester incertain
	Feedback sur les performances : Les feedback doivent être très fréquents, clairs et constructifs
	Optimum : les objectifs ne doivent ni être trop élevés ni trop faible afin de procurer une sensation de compétence maximum (et permettre l'émergence du flow)
Curiosité	Sensorielle : Il est nécessaire de varier les effets audio et vidéo
	Cognitive : l'individu doit être intrigué et surpris par des paradoxes et des choses incomplètes
Contrôle	Contingence : L'individu doit établir le lien le plus étroit possible entre son action et le résultat de son action
	Choix : La possibilité de personnaliser l'activité permet à l'individu d'augmenter sa perception de choix
	Puissance : L'activité doit donner la sensation à l'utilisateur d'arriver à produire des effets dotés d'une puissance avérée.
Fantaisie (ou fantasmé)	Emotionnel : L'environnement doit favoriser l'implication émotionnelle de l'utilisateur
	Cognitive : L'univers fantasmé doit être propice à fournir des métaphores ou des analogies en rapport avec le monde réel
	Endogène : La compétence en jeu doit être étroitement liée à l'activité et particulièrement à sa complétude.

Figure 35 : Tableau synthétique du modèle de Malone (1981)

La 1^{ère} condition exposée dans la théorie de Malone, le **Challenge**, est défini par l'auteur comme un défi pour le joueur, permettant de tester ses limites. Cette propriété de challenge renvoie notamment à une théorie motivationnelle que nous avons présentée précédemment, la théorie du Flow (Csikszentmihalyi, 2004). Les différentes composantes du jeu doivent permettre un challenge optimisé entre la difficulté du jeu et les aptitudes déployées par le joueur. C'est une condition préalable à l'émergence du Flow, qui se traduira par un investissement total du joueur dans l'activité.

La 2^{ème} condition est la **curiosité**, dont la théorie motivationnelle de référence est le modèle de Berlyne (1960). Tout comme le Flow, l'hypothèse proposée est que le niveau de curiosité doit être régulé pour un effet motivationnel optimal (Fenuillet, 2016). Si la stimulation est trop élevée ou trop faible, le joueur adoptera de nouveaux comportements dans l'activité qui

sont susceptibles de s'écarter de l'objectif visé par le Serious Game, à savoir un niveau de motivation intrinsèque élevé (Fenouillet, Kaplan et Yennek, 2009).

La 3^{ème} condition est le **contrôle**, qui renvoie également à tout un panel de théories motivationnelles. Ce sentiment de contrôle du joueur repose notamment sur la contingence du comportement (Peterson et al., 1993), qui se définit comme la nécessité d'une relation entre l'action et le résultat perçu de cette action sur l'environnement. Si cette relation n'est pas perçue par l'auteur de l'action, la conséquence est que celui-ci cesse d'agir. Le joueur doit donc pouvoir constater d'un effet direct et explicite de son action sur l'environnement de jeu. Le choix serait également un paramètre important dans le sentiment de contrôle du joueur. Un nombre de choix suffisamment ouvert pour le joueur permettrait d'accroître son autodétermination et ainsi son niveau de motivation (Fenouillet, Kaplan et Yennek, 2009).

2.5 Le Serious Game au regard de l'expertise du joueur

Un nombre croissant de travaux expérimentaux autour des NTIC et plus spécifiquement des Serious Games exposent l'importance de tenir compte du niveau d'expertise du joueur, tant au niveau de son expérience dans l'utilisation de l'outil informatique, mais aussi dans sa fréquence d'utilisation, son expérience et son niveau dans l'utilisation des jeux vidéo. En effet, tenir compte de l'expertise du joueur et intégrer ce paramètre dans le développement d'un Serious Game serait d'une importance majeure pour maintenir la motivation et le Flow du joueur et ainsi garantir un apprentissage et/ou un entraînement efficace (Malone, 1980, 1981 ; Chen, 2007 ; Tobias et Fletcher, 2012). Comme nous l'avons vu précédemment, la condition d'émergence du Flow dépend notamment de l'équilibre entre le niveau de compétences du joueur et le niveau de difficulté proposée par le jeu. Cette problématique a été le thème central de la recherche doctorale de Chen (Chen, 2007) dans son développement du jeu *FIOw*. Son travail a mis en exergue l'importance de capter la performance du joueur, directement dépendante de son expertise dans les jeux vidéo, pour adapter le jeu et proposer un challenge optimal. Le paramètre de difficulté est donc un objet crucial pour faire d'un Serious Game un outil efficace tant dans ses aspects ludiques que pédagogiques. C'est d'ailleurs l'objet d'étude d'Orvis et al. (2008), qui a étudié comment le niveau de difficulté et l'expertise peuvent influencer la motivation à utiliser un Serious Game dans le cadre d'une formation. Il en ressort également que le paramètre de difficulté doit pouvoir s'adapter à

l'expertise de l'utilisateur, afin de garantir une expérience vidéoludique au challenge équilibré. Un dernier point sur lequel il nous semble important de mentionner l'importance du paramètre expertise dans le développement d'un Serious Game est l'aspect générationnel, avec le concept de « Digital Natives » ([Prensky, 2001](#)). L'idée est de considérer que certaines générations soient nées en étant exposés à l'outil informatique. Ces générations auraient alors développé une expertise supérieure dans la manipulation des NTIC. En outre, leur affinité avec le numérique leur permettraient d'avoir une capacité supérieure d'adaptation à leur utilisation dans des contextes divers et non spécifique au divertissement uniquement (professionnel, entraînement, prévention, santé, environnement, etc). Ces individus seraient plus experts à l'utilisation des NTIC du fait de leur exposition précoce, comparativement aux générations qui ont connus ces outils plus tard, comme à l'âge adulte par exemple. Ces décalages générationnels liés à l'expertise sont un aspect qu'il nous semble important de mentionner, car il s'agit là d'une évolution permanente, étant donné l'élan avec lequel la mutation numérique s'étend.

PROBLEMATIQUE

La question centrale de cette recherche doctorale s'articule autour de la relation entre expertise et expérience-utilisateur dans le contexte d'utilisation des jeux vidéo. Plus précisément, nous avons pour objectif dans ce travail d'apporter une compréhension nouvelle à la relation entre l'expertise -mesurée à partir des connaissances dans les jeux vidéo- sur les aspects motivationnels et émotionnels de l'expérience-utilisateur dans le contexte d'usage des Serious Games et des jeux vidéo en général, dans laquelle nous avons intégré l'intérêt, le Flow et la valence émotionnelle. Cette problématique centrale se décompose en plusieurs questions.

1. L'intérêt, le Flow et la valence émotionnelle sont-ils modifiés en fonction du niveau d'expertise ? L'impact sur les différentes composantes de l'intérêt, du Flow et de la valence émotionnelle sera-t-il variable en fonction du niveau d'expertise ?
2. Quelles sont les composantes de l'intérêt, du Flow et de la valence émotionnelle qui seront les plus sensibles à l'expertise ? Sur quelle(s) composante(s) de l'intérêt, du Flow et de la valence émotionnelle l'expertise est-elle susceptible d'agir ?
3. Le type de jeu vidéo répondrait-il à une catégorie d'expert ? Autrement dit, existe-t-il des catégories de jeux vidéo davantage adaptés aux novices ou aux experts ? Devrait-on alors observer des variations de l'intérêt et du Flow en fonction de l'expertise et du type de jeu vidéo ? Observe-t-on un effet de l'expertise sur les différentes composantes de l'intérêt et du Flow qui varie en fonction de l'utilisation d'un type particulier de jeu vidéo et par extension d'un Serious Game ?

Par ailleurs la problématique centrale nous amène à nous interroger sur une modélisation possible de la mesure de l'expertise et de l'intérêt dans le contexte d'usage des Serious Games :

- L'expertise se traduit par des connaissances et des performances supérieures dans une activité donnée. Comment devons-nous alors envisager une mesure de l'expertise dans les jeux vidéo ? Quelle modélisation proposer pour une mesure pertinente de l'expertise ?
- Les Serious Games ont pour but de stimuler la motivation pour optimiser l'apprentissage (Malone, 1981 ; Fenouillet, Kaplan et Yennek, 2009 ; Wouters et al., 2013). Cette motivation dans les Serious Games peut être investiguée par le concept d'intérêt (Fenouillet, Chainon, Heutte, Kaplan, Yennek et Martin-Krumm, 2016), qui englobe à la fois les caractéristiques individuelles et situationnelles, et les aspects intrinsèques et extrinsèques de la motivation dans l'utilisation d'un Serious Game. En effet, on trouve dans un Serious Game une partie ludique qui renvoie à la situation dans laquelle se trouve le joueur et une partie pédagogique et thématique qui renvoie aux valeurs personnelles de l'individu. Notre démarche dans cette étape est donc de concevoir une échelle de mesure de l'intérêt adaptée au contexte d'utilisation des Serious Games, et de déterminer si une telle mesure est valide.

CADRE DE LA RECHERCHE

Les travaux scientifiques sur la motivation dans le contexte d'usage des Serious Games nous ont amenés à nous interroger **sur la relation entre l'expertise sur les connaissances dans les jeux vidéo et l'intérêt à jouer à des Serious Games**. Mais pourquoi considérer l'expertise dans l'usage des Serious Games et sa relation avec les processus motivationnels dans le contexte d'utilisation des Serious Games ?

Même si les concepts d'expertise et de motivation considérés indépendamment ont fait l'objet de nombreux travaux, leur relation est un paradigme encore peu étudié dans ce contexte. Alors que la littérature s'est principalement intéressée à l'effet de l'expertise -dans le domaine des jeux vidéo- et de la motivation sur la qualité de l'apprentissage dans le contexte d'utilisation des Serious Games, nous avons pour objectif d'étudier leur relation. Plus précisément, l'originalité de cette recherche doctorale tient ici dans le fait d'analyser la relation entre l'expertise et les aspects motivationnels dans l'expérience-utilisateur. Pour mesurer cette motivation dans un tel contexte, nous considérons l'intérêt et le Flow au travers d'échelles développées pour l'environnement vidéoludique. Cette approche de la motivation dans le contexte d'utilisation des Serious Games est nouvelle, les échelles ayant été conçues et validées dans le cadre de cette thèse. Comme nous le verrons, l'intérêt et le Flow s'avèrent particulièrement adaptés pour étudier la richesse des processus motivationnels dans le contexte des Serious Games.

1. La mesure de l'expertise proposée :

Comme nous l'avons présenté précédemment, nous définissons la notion d'expertise sur la base des concepts de la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1981), de la **mémoire de travail à long terme** ou **MTLT** (Ericsson & Kintsch, 1995) et de **mémoire encyclopédique** (Lieury et al., 2013). Nous proposons donc une mesure de l'expertise, d'une part sur la base des connaissances lexicales et imagées stockées en MTLT et d'autre part par rapport à l'efficacité des mécanismes de récupération de ces connaissances en MDT. Le niveau de performances de ces mécanismes est fonction du niveau d'expertise de l'individu. Nous

mesurons donc l'expertise à partir de notre test, développé pour mesurer le niveau de connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo, et intrinsèquement l'efficacité des mécanismes de récupération de l'information de l'individu.

2. Comment envisager une mesure de l'expertise dans les jeux vidéo ?

La question d'une mesure de l'expertise dépend de la définition que l'on attribue à ce concept.

Comme nous avons pu le voir précédemment, l'expertise se manifeste par des performances supérieures dans un domaine spécifique. Elle trouve des explications diverses qui peuvent se généraliser par le fait qu'un individu qui consacre un temps conséquent pour s'entraîner sur la maîtrise d'une activité spécifique et qui aura développé son expérience dans cette activité obtiendra en finalité des performances supérieures sur cette dernière.

Comme nous avons pu le voir précédemment l'expérience et l'entraînement développent des capacités de mémoire et de raisonnement spécifiques au domaine d'expertise.

Le développement de ces processus cognitifs et leur spécialisation au domaine d'activité entraînent un niveau de compétences et de connaissances plus importants qui permettent d'expliquer les performances des experts.

Ces deux aspects de compétences et de connaissances apparaissent comme des conséquences observables de l'expertise. L'évaluation de ces deux éléments pourrait donc a priori permettre d'obtenir des informations sur le niveau d'expertise d'un individu dans une tâche donnée.

Dans la littérature, l'expertise est dans la majorité des cas évaluée à partir des compétences liées au domaine d'expertise. Dans le cas spécifique de l'évaluation du niveau d'expertise dans les jeux vidéo, les indices relevés sont donc liés au "*skill*" (niveau de compétences) en phase de jeu : score, maîtrise des commandes, « *frag* » (ratio élimination/éliminé), rapidité d'actions, précision sont des éléments qui sont souvent relevés pour déterminer les compétences du joueur (Orvis et al., 2008). L'activité vidéoludique se prête effectivement bien à une évaluation de sa maîtrise par le biais des compétences, puisqu'il est souvent question d'habiletés, de précision et de performances sensori-motrices pour parvenir à l'atteinte de l'objectif fixé par

les règles du jeu. Son format type présentant une difficulté croissante implique une progression du joueur sur l'ensemble de ces facultés. Le joueur expert ayant l'expérience de ce type d'apprentissage et ayant acquis les schémas pour parvenir plus rapidement et plus efficacement à parvenir à l'objectif, y compris lorsque celui-ci présente une difficulté élevée, il sera plus à même de mettre en évidence une dextérité, un score et des performances globales plus importants. L'évaluation de l'expertise via les compétences mises en évidence par le joueur s'avère donc judicieuse.

Mais comme nous avons pu le voir, les connaissances pourraient également s'avérer être des indices pertinents pour l'évaluation de l'expertise. Sur la base de la théorie de la MTLT d'Ericsson et Kintsch (1995) et du concept de mémoire encyclopédique de Lieury (1991), nous proposons l'hypothèse que la quantité de connaissances et les capacités de récupération de ces connaissances, notamment en termes de qualité et de rapidité de récupération, sont des indices pertinents pour l'évaluation de l'expertise. La configuration de notre échelle d'expertise s'appuyant sur ces postulats théoriques, celle-ci vise à évaluer le niveau de connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo, ainsi que les capacités de récupération de ces connaissances. Son format nous permettra donc de vérifier la validité de notre hypothèse.

3. La mesure de l'intérêt proposée :

Pour ce qui concerne le concept d'intérêt, issu des théories de la motivation, nous nous appuyons notamment sur les travaux de Schiefele (1991) et Hidi & Renninger (2006). Nous définissons l'intérêt comme une variable motivationnelle rendant compte de la disposition de l'individu à s'engager dans l'utilisation d'un Serious Game. D'une part, l'intérêt rendra compte au contexte de l'activité, aux caractéristiques de la situation : on parle alors **d'intérêt situationnel**, qui serait une forme fluctuante de l'intérêt. D'autre part, l'intérêt sera lié aux caractéristiques propres à l'individu : On parle **d'intérêt personnel ou individuel**, qui serait cette fois une forme stable et durable de l'intérêt. L'intérêt pour un objet donné se manifesterait selon un mécanisme lié au temps d'exposition, avec un cheminement d'une forme d'intérêt à une autre dans un ordre précis en fonction du temps : c'est **le modèle de développement par phase de l'intérêt**. Lorsque l'individu découvre l'objet, c'est l'intérêt situationnel qui se manifesterait en premier lieu, avec dans un premier temps une première

composante nommée **intérêt situationnel activé**. Puis l'exposition à l'objet se répétant et s'étalant sur un certain laps de temps, une deuxième forme d'intérêt situationnel apparaît : c'est **l'intérêt situationnel maintenu**. C'est cette forme d'intérêt qui permettrait de faire le lien avec une forme plus stable et durable de l'intérêt : l'intérêt individuel. Nous mesurons l'intérêt à partir d'échelle adaptés au contexte d'usage des Serious Games. Par ailleurs, nous nous appuyons également sur d'autres indicateurs tels que le Flow et la passion qui sont de bons indicateurs de l'intérêt. Sur la base de ces différentes mesures, **nous nous intéresserons à la relation possible entre expertise et intérêt**.

4. Une mesure de l'intérêt pour les Serious Games est-elle valide pour considérer les aspects motivationnels dans ce contexte ?

Notre volonté de concevoir un outil de mesure de l'intérêt dans le contexte d'utilisation des Serious Games est liée au sens et à la fonction qu'on lui attribue.

Un Serious Game est un jeu vidéo dont le but ne se limite pas au divertissement, puisqu'il va également et même principalement avoir pour objectif de fournir au joueur de l'information en rapport avec son contexte d'utilisation qui lui sera utile.

De manière générale, un jeu vidéo dispose de qualités situationnelles et individuelles.

Les paramètres situationnels sont en rapport avec la situation, le contexte dans lequel se trouve le joueur. Le matériel (écran, manettes, console), le Gameplay, la difficulté du jeu sont des exemples d'éléments inclus dans les paramètres situationnels. Ils sont les déterminants des qualités divertissantes du jeu vidéo.

Les paramètres individuels du jeu sont en rapport avec le joueur lui-même. Ils concernent les valeurs du joueur et nous considérons qu'il s'agit principalement de la thématique abordée dans le jeu vidéo.

Dans les jeux vidéo, l'objectif principal est le divertissement. Les paramètres situationnels sont davantage pris en compte dans la conception du jeu que les paramètres individuels. Et en effet le jeu vidéo cherche en premier lieu à captiver l'intérêt du joueur par l'expérience qu'il met en place.

A l'inverse, dans les Serious Games, les paramètres individuels prennent le pas sur les paramètres situationnels, car les éléments en rapport avec les valeurs du joueur qui y sont intégrées, tels que la thématique, sont davantage mis en avant. Malgré tout, le Serious Game tient à maintenir une intégration des paramètres situationnels suffisamment importante pour conserver ce qui fait la spécificité d'un jeu vidéo : son caractère divertissant et immersif.

Cette distinction entre le jeu vidéo classique et le Serious Game montre à quel point le concept d'intérêt est particulièrement adapté pour l'étude des processus motivationnels dans l'usage des Serious Games. En effet, comme nous avons pu le voir, l'intérêt se construit à partir des paramètres situationnels et individuels.

5. La relation entre l'expertise et l'expérience-utilisateur :

- **L'intérêt/le Flow est-il modifié en fonction du niveau d'expertise ?**

Comme nous l'avons vu précédemment, la littérature a déjà plusieurs fois exposé la relation entre l'expertise dans un domaine et l'intérêt pour ce même domaine.

D'après le concept d'**intérêt cognitif** de Kintsch (1980), l'intérêt varie en fonction du niveau de connaissances en suivant une loi normale. Plus précisément, ce modèle prédit que le niveau d'intérêt est bas lorsque le niveau de connaissances est faible, qu'il augmente lorsque le niveau de connaissances progresse et enfin qu'il repasse à un niveau faible lorsque le niveau de connaissances est important. L'individu expert serait alors indifférent à ce domaine dans lequel il n'a plus rien à apprendre, par rapport à un novice qui serait stimulé par le fait qu'il ait une grande quantité d'informations à apprendre dans un thème qui l'intéresse (Fenouillet, 2012).

Tobias (1994) proposait également un modèle de relation entre l'intérêt et les connaissances dans le domaine pédagogique, travaux qui l'ont d'ailleurs amené plus récemment à travailler sur l'étude de cette relation dans le contexte des jeux vidéo (Tobias et Fletcher, 2012).

De même, il est question de la recherche d'un équilibre entre challenge et compétences afin de stimuler la qualité de l'expérience-utilisateur du joueur dans le concept de **Flow** (Csikszentmihalyi & LeFevre, 1989 ; Chen, 2007).

Cependant, un Serious Game pourrait présenter des caractéristiques particulières qui pourraient susciter un **intérêt situationnel** variable en fonction de l'expertise. En effet, alors

que certains jeux vidéo sont agréables et simples à appréhender pour un novice, ce dernier pourrait être une expérience ennuyante et donc peu intéressante pour un expert. A l'inverse, un jeu vidéo complexe au challenge relevé pourra vivement intéresser un expert mais rapidement décourager un novice, entraînant alors un faible intérêt.

Pour ce qui concerne l'**intérêt individuel**, celui-ci étant plus stable et lié à la thématique de l'activité (Hidi & Renninger, 2006) on peut s'attendre à une relation moins importante avec l'expertise sur les jeux vidéo.

En synthèse, on s'attend à un effet de l'expertise variable sur l'intérêt situationnel/Flow. Autrement dit, nous supposons que l'effet de l'expertise sur l'intérêt/le Flow ne sera pas le même lorsque l'individu est novice ou expert.

6. L'impact sur les différentes composantes de l'intérêt/du Flow sera-t-il variable en fonction du niveau d'expertise ? Quelles sont les composantes de l'intérêt qui seront les plus sensibles à l'expertise ?

Autrement dit, nous souhaitons déterminer dans quelle mesure l'expertise va modifier les différentes composantes de l'intérêt (Hidi & Renninger, 2006).

Comme mentionné plus haut, on peut se demander si les attentes des joueurs concernant l'activité peuvent varier en fonction de leur expertise dans les jeux vidéo. Tobias (1994) proposait différentes configurations de la relation entre intérêt et connaissances dans le domaine académique. On peut supposer que ces configurations pourraient se retrouver dans le cadre de l'utilisation d'un Serious Game. Ainsi, un novice et un expert pourraient avoir des attentes différentes pour stimuler leur intérêt/Flow à jouer à un Serious Game, ce qui correspond aux résultats obtenus dans notre recherche en Master 2, où l'expertise était significativement liée au sentiment de bien-être chez les novices tandis que l'expertise reliée également de façon significative au sentiment de contrôle (dimension absorption cognitive) chez les experts.

Pour une même activité et plus spécifiquement un même jeu, nous pourrions observer et confirmer des divergences au niveau des différentes composantes de l'intérêt et du Flow en fonction de l'expertise des individus. Certaines formes d'intérêt pourraient alors être spécifiques à une catégorie d'expertise dans une activité donnée.

7. Le type de jeu vidéo répondrait-il à une catégorie d'expert ? Devrait-on alors observer des variations de l'intérêt en fonction de l'expertise et du type de jeu vidéo ?

En fonction à la fois des caractéristiques du jeu et de l'expertise, les variations de l'intérêt seraient intéressantes à étudier également dans le cadre de notre problématique. En effet, on peut s'interroger sur l'intérêt du joueur en fonction d'un type de « *Gameplay* » particulier, en fonction de son expertise. Par type de *Gameplay*, nous faisons ici référence à l'approche centrée fun ou centrée pédagogique que l'on rencontre dans les Serious Games en général (Alvarez, 2007). En effet, alors que certains Serious Games ont un caractère avant tout pédagogique, avec l'aspect ludique secondaire, certains au contraire proposent avant tout un divertissement, l'aspect apprentissage étant plus implicite. Le ratio *pédagogie/ludique* apparaît alors variable d'un Serious Game à l'autre. Nous pensons qu'il serait intéressant d'étudier si ces variations entre pédagogie et divertissement répondent à des niveaux d'expertise particuliers dans les jeux vidéo. Est-ce qu'un Serious Game plutôt orienté apprentissage sera plus adapté à un novice ou un expert des jeux vidéo ? A l'inverse, est-ce qu'un Serious Game orienté divertissement répondra davantage aux attentes des novices ou des experts des jeux vidéo ?

Comme nous l'avons vu précédemment, des propositions conceptuelles ont été faites dans ce sens dans le développement du jeu vidéo *FLOW* (Chen, 2007), notamment avec la théorie du Flow (Csikszentmihalyi, 1990), dans laquelle les auteurs avancent l'hypothèse d'une variation du niveau du Flow chez l'individu-et par extension de son engagement dans l'activité- en fonction de l'optimisation du rapport compétence/challenge. Il est donc possible que les caractéristiques de l'activité répondent à un niveau d'expertise donné dans les connaissances sur les jeux vidéo et permettent alors de prédire l'intérêt des joueurs.

En synthèse et pour faire le lien avec notre problématique générale, les caractéristiques du jeu vidéo pourraient être vues comme des variables médiatrices entre l'expertise et l'intérêt. Comme nous le verrons dans l'étude 4, il est également question d'une interaction entre l'expertise et certaines caractéristiques du jeu vidéo étudiées sur **l'intérêt situationnel**.

Par ailleurs, si la thématique du jeu est plus ou moins intéressante pour le joueur, celui-ci est susceptible de s'investir davantage dans l'activité, car son **intérêt individuel** (personnel) pour la thématique stimulera son engagement dans l'activité.

8. Sur quelle composante de l'intérêt l'expertise est-elle susceptible d'agir ?

De façon directe et rapide, l'expertise est susceptible d'agir sur la situation même, à savoir l'activité vidéoludique et ses diverses caractéristiques. En effet, le joueur novice comme le joueur expert auront des attentes particulières au niveau de leur expérience de jeu, sur des paramètres tels que le niveau de difficulté, le réalisme, les graphismes, etc. Vu sous cet angle, on peut s'attendre à un effet direct de l'expertise sur **l'intérêt situationnel**, et plus particulièrement sur la composante activée de l'intérêt situationnel qui correspondrait à la phase d'entrée dans le modèle de l'intérêt de Hidi & Renninger (2006). En outre, la thématique présentée dans le jeu pourrait également avoir un effet direct sur l'intérêt, mais cette fois-ci sur la composante de **l'intérêt individuel**. Si la thématique correspond aux intérêts personnels de l'individu, nous devrions voir un intérêt individuel activé. L'individu pourrait alors être plus susceptible de s'investir dans l'activité, quel que soit son niveau d'expertise. La question qui se pose alors est "quid de l'intérêt situationnel dans un tel cas de figure ?" Qu'en est-il de l'individu pas du tout intéressé par le contexte des jeux vidéo mais malgré tout impliqué personnellement dans le développement durable ? Sera-t-il investi dans l'utilisation du Serious Game malgré tout ?

De façon indirecte et plus lente, l'expertise pourrait avoir un effet sur **l'intérêt individuel**, avec l'intérêt situationnel qui modulerait l'intérêt individuel, particulièrement pour les joueurs intéressés par le contexte qu'offre l'utilisation d'un jeu vidéo. En effet, en accord avec le modèle de développement par phase, l'émergence de l'intérêt individuel dépend de l'intérêt situationnel. Cette composante de l'intérêt permettant l'émergence de l'intérêt individuel, on pourrait penser que l'expertise aurait toutefois un effet indirect sur l'intérêt individuel dans un tel contexte d'activité.

PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHE DE RECHERCHE

Cette recherche a pour objectif d'apporter des réponses sur la relation entre notre niveau d'expertise et notre expérience-utilisateur dans le contexte d'utilisation d'un jeu vidéo. Autrement dit, nous souhaitons mesurer l'impact de cette expertise sur notre expérience de jeu.

Au préalable à la mise en place d'un protocole expérimental nous permettant de tester nos hypothèses de recherche, il nous a alors fallu réaliser un travail de construction et de validation de deux outils de mesure :

- Une échelle d'intérêt pour les Serious Games
- Un test d'expertise basé sur les connaissances dans les jeux vidéo

En effet, ces deux outils de mesure n'étant pas présents dans la littérature pour le contexte spécifique de notre étude, nous avons été amenés à réaliser la construction et la validation statistique de ces derniers.

L'ensemble de cette recherche doctorale nous a donc amené à développer 4 études, correspondantes au cheminement chronologique de notre travail et de la méthodologie couramment employée. Voici une brève présentation de chacune de ces 4 études.

Dans une **première étude**, nous avons réalisé un travail de construction et de validation d'une échelle de mesure de l'intérêt sur la base des modèles théoriques de l'intérêt proposés par Hidi (1990), Mitchell (1993), Linnenbrink-Garcia et al. (2010). Les modèles et les mesures de l'intérêt proposés par ces chercheurs sont presque exclusivement adaptés au contexte de la pédagogie et de l'enseignement académique. Il nous a donc fallu proposer de nouveaux items adaptés au contexte de notre étude, celui-ci étant le contexte d'usage des jeux vidéo et des Serious Games. Le principe de cette étude, après l'étape préliminaire de construction des items, est de valider la mesure. Outre les étapes préalables de vérification de la sensibilité, fidélité et cohérence interne, nous nous sommes ainsi appuyés sur l'analyse factorielle, afin de tester et valider la structure en 3 dimensions de l'intérêt telle que le propose Mitchell (1993). L'étude présente alors successivement les 2 étapes inhérentes à l'analyse factorielle, que sont l'analyse factorielle exploratoire et l'analyse factorielle confirmatoire.

Dans la **deuxième étude**, nous avons mis au point un test de mesure de l'expertise basé sur les connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo. Cette construction a nécessité différentes étapes afin de sélectionner le format de test adéquat. Comme présenté dans la partie théorique, ce test se présente sous la forme d'une série de questions au même format : « à quel jeu cette image fait référence ? ». Il s'agit donc d'une question fermée avec 3 réponses possibles : la bonne réponse, deux propositions fausses mais appartenant à la même catégorie de jeu que la bonne réponse, et la possibilité de non réponse (« je ne sais pas »). Avec la question, une image correspondant à une capture d'écran en situation de jeu est présentée. Le participant a donc la possibilité de pouvoir reconnaître les différents éléments qui composent le jeu tels que l'interface, les graphismes, les personnages, ...à la condition que le titre proposé fait partie des jeux vidéo qu'il a eu l'occasion d'utiliser à un niveau plus ou moins important.

Dans la **troisième étude**, nous avons mis en place une procédure expérimentale permettant de vérifier la validité prédictive de notre test d'expertise. Nous avons dans un premier temps mis au point une tâche de reconnaissance et rappel indicé spécifique aux connaissances expertes dans les jeux vidéo (des icônes de jeux vidéo), ainsi qu'un test équivalent utilisant des icônes de signalisation maritime pour le groupe « *contrôle* ». Nous avons soumis à nos participants le test d'expertise. Enfin, il nous a fallu vérifier si notre test permettait de prédire les performances de nos participants en fonction de leur score d'expertise aux tests de reconnaissance et rappel indicé utilisant des icônes de signalisation maritime (condition expérimentale).

La **quatrième étude** est l'expérimentation qui nous permet de tester nos hypothèses. Dans celle-ci nous souhaitons déterminer dans quelle mesure l'**expertise** -mesuré à partir de nos connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo- influence les différents processus et états mentaux que nous avons regroupé sous la dénomination « **expérience-utilisateur**, et qui contient la mesure de l'**intérêt** pour les jeux vidéo et les Serious Games, le **Flow** mesuré à partir d'une échelle adapté au même contexte d'utilisation des jeux vidéo et des Serious Games, ainsi que de la **valence émotionnelle**, mesurée par la SPANE. Nous avons souhaité étudié cette relation entre expertise et aspects émotionnels et motivationnels dans l'expérience-utilisateur dans plusieurs contextes de jeux. Les Serious Games étant développé

à partir d'un compromis entre expérience vidéoludique et apprentissage, il est difficile de trouver un équilibre entre ces deux aspects. Il est fréquent de trouver des jeux qui vont favoriser l'apprentissage au détriment de l'expérience vidéoludique, ce qui pourrait nuire à la qualité de l'expérience-utilisateur. Nous avons donc souhaité comparer deux jeux vidéo dont la thématique est l'écologie et le développement durable, mais dans lesquels plusieurs paramètres varient. Dans l'un, orienté Serious Game, l'aspect « apprentissage » est clairement mis en avant par rapport à l'aspect ludique et fun (*ClimWay*). Dans l'autre, c'est l'inverse : la thématique sur l'écologie et le développement durable est implicite, mais l'expérience vidéoludique a été particulièrement travaillée de façon à présenter un Gameplay simple, agréable et divertissant (*Tri en Folie*). Cette comparaison nous permettra d'analyser dans quelle mesure la relation entre expertise et aspects émotionnels dans l'expérience-utilisateur peut varier en fonction du contexte vidéoludique (un contexte orienté « Serious Game/apprentissage » et un contexte orienté « jeu vidéo/fun »).

ETUDE 1 : CONSTRUCTION ET VALIDATION D'UNE ÉCHELLE D'INTÉRÊT : L'ÉCHELLE D'INTÉRÊT INDIVIDUEL ET SITUATIONNEL POUR LES SERIOUS GAMES (IS2G)

1. Objectif de l'étude

La distinction entre un intérêt individuel et situationnel nous semble particulièrement pertinente pour étudier la motivation dans le cadre des Serious Games. En effet, comme nous avons pu le voir plus haut, par définition les Serious Games poursuivent deux objectifs, l'un est de distraire l'utilisateur -et le motiver à poursuivre cette activité divertissante- et l'autre repose sur un but « utile » pour l'utilisateur, qui peut être l'éducation, la promotion de l'environnement, de la santé ou bien d'autres thèmes encore. Ce double objectif nous semble proche d'une part de l'intérêt situationnel qui est en lien avec les caractéristiques du jeu et d'autre par l'intérêt individuel qui relatif au contenu et à la thématique du Serious Game. Comme nous avons pu le voir précédemment l'évaluation de la motivation dans les Serious Games vise avant tout à évaluer le fun, le plaisir que ressent l'utilisateur lors de l'utilisation du jeu. La motivation pour la thématique du jeu n'est jamais évaluée pour elle-même. Par exemple les études utilisant des Serious Games de mathématiques comme celles de Bai, Pan, Hirumi & Kebritchi (2012), Beserra, Nussbaum, Zeni, Rodriguez and Wurman (2014) ou Kebritchi, Hirumi, Bai (2010) ne s'intéressent pas à la motivation des utilisateurs pour les mathématiques mais uniquement à la motivation qu'ils ont ressentie lors de l'utilisation du Serious Game. Cependant certains Serious Games sont conçus précisément pour faire en sorte que l'utilisateur s'intéresse davantage à la thématique, comme ceux qui font la promotion de l'environnement ou de la santé. C'est le cas dans le l'étude de Cohen (2014) qui repose sur le Serious Game "Darfur is Dying", "*a game for change designed to promote awareness and activism to address the human rights crisis in Darfur*". Cohen (2014) montre que le plaisir de jouer dans ce jeu est avant tout lié à la valeur que l'individu accorde à la thématique du jeu.

Dans cette recherche nous allons présenter la construction et les premières étapes de la validation d'une échelle d'intérêt individuel et situationnel pour les Serious Games. La première partie de cette étude est consacrée à la création de l'échelle qui est basée sur les travaux de Mitchell (1993) et Linnenbrink-Garcia et al. (2010). Cependant les travaux de ces

auteurs se situent dans le cadre de l'éducation et sont spécifiques aux disciplines académiques. Or, nous voulons créer une échelle qui non seulement s'applique à tous les domaines académiques mais aussi à d'autres domaines. En effet, étant donné la très grande diversité des thématiques qui sont abordées dans les Serious Games, notre échelle va chercher à être la plus transversale possible afin de pouvoir être utilisable avec n'importe quel Serious Game quel que soit sa thématique. Dans cette première partie, nous avons réalisé une Analyse Factorielle Exploratoire (AFE) afin d'analyser la structure de notre échelle et d'extraire les dimensions de l'intérêt. La deuxième partie de l'étude présente l'Analyse Factorielle Confirmatoire (AFC), qui est une technique statistique se situant dans le prolongement de l'AFE. Le but de l'AFC est de tester la solidité du modèle théorique que l'on a réussi à faire émerger dans l'analyse exploratoire.

2. 1^{ère} partie : analyse factorielle exploratoire :

2.1 Méthodologie de l'expérimentation

2.1.1 Participants

Notre échantillon est constitué de 187 étudiants (15% d'hommes et 85% de femmes) de licence 1 en Psychologie. L'âge moyen est de 19.26 ans (sd=3.56). En ce qui concerne l'utilisation des jeux vidéo, 159 (89%) déclarent passer en 0 et 5 heures par semaine à jouer aux jeux vidéo et 180 (96%) disent jouer entre 0 et 10 fois par semaine aux jeux vidéo.

2.1.2 Matériel

2.1.2.1 Sélection des Serious Games

Nous avons sélectionné quatre Serious Games sur le développement durable. Pour sélectionner nos logiciels nous nous sommes servis de la base de données en ligne sur les Serious Games mise à disposition par J. Alvarez³¹. Afin de sélectionner des jeux assez proches les uns des autres nous avons utilisé les critères élaborés par Desurvire, Caplan & Toth (2004) portant sur l'évaluation de la jouabilité des jeux vidéo où il fait référence au Gameplay, au scénario du jeu, aux mécanismes d'interaction entre le joueur et les actions dans le jeu ainsi que l'utilisabilité du jeu.

³¹ Le site web présentant la liste des Serious Games élaborée par Alvarez et Djaouti : [lien n°31](#)

Dans un premier temps nous avons déjà fixé deux aspects que nous voulions retrouver dans chaque Serious Game. Premièrement, nous avons choisi comme thème commun aux Serious Games **le développement durable**. Nous pensons que cette thématique très actuelle dans notre société jouera un rôle important dans l'implication des participants à l'utilisation de ces Serious Games. Deuxièmement, nous avons décidé de prendre pour Gameplay commun aux 4 Serious Games une expérience de jeu de type **gestion**. Dans les 4 Serious Games proposés, le joueur devra gérer les différents aspects que composent la direction d'un territoire (ville ou pays) sur le plan économique, social, financier, etc., tout en tenant compte de l'impact des diverses actions réalisées sur le plan environnemental (pollution, gestion de l'énergie, qualité de vie, ...).

Les Serious Games devaient être les plus similaires possibles entre eux. Il y a plusieurs autres dimensions sur lesquelles nous nous sommes basés pour les sélectionner avec rigueur, tels que l'ergonomie, le niveau de compétence requis, le challenge, les touches de navigation, le support logiciel, ou encore le temps qu'il faut consacrer sur l'application pour parvenir à l'objectif. Des critères spécifiques aux jeux vidéo et aux Serious Games ont été utilisés pour parvenir à une sélection. Nous nous sommes notamment basés sur les travaux de classification des Serious Games d'Alvarez et Djaouti (2010). Comme mentionné plus haut, nous nous sommes notamment basés sur les travaux de Desurvire, Caplan & Toth (2004) portant sur l'évaluation de la jouabilité des jeux vidéo, dans lesquels ces chercheurs font référence au Gameplay, au scénario du jeu, aux mécanismes d'interaction entre le joueur et les actions dans le jeu ainsi que l'utilisabilité du jeu. Mais nous avons également repris les critères de sélection d'Alvarez et ajouté des critères supplémentaires. Chaque Serious Game a été sélectionné en fonction de ces derniers.

Le type de Serious Game : Est-ce un Advergame, Newsgame, Edugame... ?

Le Gameplay : Est-ce un jeu ou un jouet (avec la présence d'un objectif explicite ou non) et quelles sont les règles du Gameplay ?

L'intention du Serious Game : Quel est le type d'information que veut transmettre le Serious Game ? Diffuser un message éducatif, informatif, dispenser un entraînement, ... ?

Le marché : Quel domaine sérieux le Serious Game vise ? La santé, entreprise, écologie, recherche scientifique, ... ?

Le public : Les Serious Games sélectionnés visent un public large, tout de même assez âgé pour que le message puisse être saisi par le joueur.

Le style de jeu : Les 4 Serious Games sélectionnés ont pour objet la gestion d'une ville. Le joueur doit gérer différents paramètres (énergie, pollution, qualité de vie...) en tenant compte du développement durable.

L'environnement de jeu : Tous les Serious Games sélectionnés présentent un environnement en 2D avec une interface riche en informations.

Les commandes de navigation : Les Serious Games sélectionnés ont été choisis pour la simplicité des commandes de contrôle. Les 4 Serious Games se jouent via la souris.

Le support logiciel : Les Serious Games sélectionnés sont accessibles via Internet à partir d'une page web et ont tous été développés à partir du langage de programmation Flash.

Le niveau de difficulté. Les Serious Games ont été sélectionnés en tenant compte de leur niveau de difficulté. Ces derniers présentent donc une complexité relativement proche. Comme nous l'avons décrit dans la partie théorique, calibrer la difficulté revient à rechercher un équilibre entre challenge et compétences du joueur de la part du développeur, ce qui est un facteur d'émergence du Flow.

L'ergonomie : La fonctionnalité, la facilité d'utilisation et l'affordance de l'interface devaient être équivalents entre chaque Serious Game.

Les quatre Serious Game ainsi sélectionnés en fonction des critères retenus sont :

1. [ClimWay](#)
2. [Climate Challenge](#)
3. [ElectroCity](#)
4. [Energy City](#)

2.1.2.2 Construction du questionnaire

Nous nous sommes appuyés sur les questionnaires d'intérêt situationnel de Linnenbrink-Garcia et al. (2010) et de Mitchell (1993). Ces deux questionnaires sont centrés sur la pédagogie, les mathématiques et la psychologie. Les items de notre questionnaire ont été créés en postulant trois dimensions théoriques qui correspondent à trois formes d'intérêt pour les Serious Games.

La première dimension est celle de l'intérêt situationnel déclenché ou activé (« *catch* »): il implique un accroissement de l'expérience émotionnelle de l'individu associé à l'environnement. D'après Mitchell (1993), l'intérêt situationnel déclenché peut être assimilé à une "capture" de l'attention d'un individu amenant à l'activation de son intérêt. Dans notre échelle il s'agira donc d'items liés au jeu en lui-même indépendamment de sa finalité, par exemple : l'utilisation de ce logiciel est vraiment excitante.

La deuxième dimension est l'intérêt situationnel maintenu (« *hold* ») : Cette deuxième forme d'intérêt situationnel a été postulée par Mitchell (1993) pour évoquer le fait que l'intérêt est renforcé par la présence d'éléments signifiant dans la situation qui vont permettre à l'individu de trouver un sens à la situation. Dans notre échelle il s'agit d'items qui donnent un sens à l'action de jouer en plus du plaisir de jouer en lui-même, par exemple : Je trouve que tout ce que m'a appris ce logiciel peut être utile.

Enfin **la troisième dimension** de notre questionnaire est celle de l'intérêt individuel : Pour Schraw & Lehman (2001) il s'agit d'un désir intrinsèque orienté vers la compréhension sur des

thématiques particulières qui persiste dans le temps et ce indépendamment du support, ici le Serious Game. Il s'agit donc bien d'un intérêt qui est orienté sur la thématique, plus utile, qui est traité dans l'utilisation du Serious Game. Dans les quatre jeux dont nous avons traité dans cette recherche il s'agit d'écologie, par exemple : Ma façon de voir les choses est influencée par ce thème.

Une première version du questionnaire contenant 20 questions a été testée afin de s'assurer que tous les items correspondaient bien aux dimensions sélectionnées et qu'ils étaient parfaitement clair et compréhensibles. Une pré-étude a également été réalisée sur quelques étudiants afin de s'assurer de la compréhension des items. Au final 12 items ont été sélectionnés pour la présente étude, 4 pour chacune des trois dimensions du questionnaire.

2.1.3 Procédure

L'expérience se déroulait dans une salle informatique équipée de 12 ordinateurs parfaitement similaires sur le plan du hardware : écran LCD Samsung 19 pouces avec affichage WXGA 1280 x 800, unité centrale HP, clavier + souris Logitech, connexion Internet ADSL via câble Ethernet. Le matériel software était également parfaitement équivalent sur chaque ordinateur : Système d'exploitation *Windows Seven* à jour, navigateur *Google Chrome* à jour. L'expérience durait environ 1/2 heure. Après avoir été réceptionné par l'expérimentateur qui expliquait le déroulement de l'étude, chaque participant jouait à l'un des quatre Serious Games listés plus haut : **ClimWay** (n=75), **Climate Challenge** (n=27), **ElectroCity** (n=58), **Energy City** (n=27). Les Serious Games étaient utilisés en ligne via le navigateur Web Google Chrome. Après avoir joué à l'un des quatre jeux, le participant remplissait le questionnaire d'intérêt situationnel et individuel pour les Serious Games (IS2G) sur papier.

2.2 Résultats de l'AFE

Un seul participant n'a pas répondu à tous les items du questionnaire. Ses résultats n'ont donc pas été pris en compte. Nous avons donc procédé à **une analyse factorielle exploratoire** pour vérifier la structure de notre questionnaire.

Pour déterminer le nombre de facteurs à extraire nous nous sommes appuyés sur la méthode des analyses parallèles en utilisant la procédure SPSS mise au point par O'Connor (2000). La

méthode des analyses parallèles basée sur la simulation de Monte Carlo permet de déterminer le nombre de facteurs qui peuvent être extraits d'un ensemble de données sans craindre une perte d'information ou à l'inverse en favorisant les données aléatoires. Cette méthode consiste à générer des matrices de nombres aléatoires de tailles identiques (nous avons généré 1000 matrices), en termes de nombre d'individus et de facteurs, à celle qui doit être testée. Les valeurs propres des facteurs extraits de chaque matrice sont utilisées pour calculer la moyenne et l'écart type de la distribution au hasard qu'il est possible d'extraire aléatoirement d'une matrice identique à l'ensemble des données considérées. La valeur qui correspond au 95^{ème} percentile est utilisée comme seuil en deçà duquel les facteurs sont considérés comme pouvant être extrait au hasard (Cota, Longman, Holden, Fekken, & Xinaris, 1993 ; Turner, 1998). La méthode des analyses parallèles ne permet de retenir que trois facteurs puisque la valeur propre du quatrième facteur (0.77) est inférieure à la valeur au 95^{ème} percentile (1.21).

Les résultats de l'analyse factorielle finale en composante principale avec rotation oblique expliquent 74.80% de variance totale. Nous avons choisi l'analyse en composante principale car ce type d'analyse est préférable lorsqu'il s'agit d'explorer la structure des données. Nous avons opté pour une rotation oblique car nous postulons que les facteurs sont en relation les uns avec les autres. Comme le montre le tableau 1, tous les items retenus présentent une saturation supérieure à .32 sur un seul facteur et aucune saturation croisée sur un autre facteur. Cette extraction en trois facteurs est conforme à notre modèle théorique. Les items du premier facteur correspondent à l'intérêt situationnel déclenché ou activé (ISA), ceux du deuxième facteur à l'intérêt individuel (II) et enfin ceux du troisième facteur à l'intérêt situationnel maintenu (ISM).

	Components			h ²
	1	2	3	
ISA1.L'utilisation de ce logiciel est vraiment excitante	.93			.81
ISA2.Quand j'utilise ce logiciel mon attention est totalement absorbée	.81			.68
ISA3.J'ai trouvé ce logiciel divertissant durant toute son utilisation	.90			.86
ISA4.Ce logiciel est si intéressant qu'il capte facilement l'attention	.87			.82
II1.Ma façon de voir les choses est influencée par ce thème		.62		.37
II2.Je suis en général excité à l'idée de pouvoir me plonger dans le thème		.88		.79
II3.J'aime ce thème		.91		.83
II4.Je suis toujours enchanté de travailler sur ce thème		.90		.82
ISM1. Je trouve que tout ce que m'a appris ce logiciel peut être utile			.67	.72
ISM2. Les choses que j'ai apprises en utilisant ce logiciel sont importantes pour moi			.58	.70
ISM3. Tout ce que j'ai appris en utilisant ce logiciel peut s'appliquer à la vie réelle			.94	.78
ISM4. J'ai appris des choses valables lors de l'utilisation de ce logiciel			.88	.80
Valeurs propres initiales	1.96	5.63	1.39	
% Variance expliquée	16.37	46.87	11.56	
A	.91	.86	.86	

Note. Les saturations inférieures à .32 n'ont pas été reportées.

Tableau 1 : Résultat de l'analyse factorielle en composante principale avec rotation oblique.

	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Asymétrie	Aplatissement
II1	1	7	2.97	1.83	0.39	-1.21
II2	1	7	2.71	1.63	0.67	-0.48
II3	1	7	3.94	1.66	-0.15	-0.70
II4	1	7	3.38	1.65	0.30	-0.79
ISA1	1	7	2.47	1.43	0.64	-0.44
ISA2	1	7	3.27	1.86	0.22	-1.08
ISA3	1	7	3.03	1.75	0.40	-0.96
ISA4	1	7	2.77	1.60	0.62	-0.50
ISM1	1	7	3.92	1.85	-0.19	-1.02
ISM2	1	7	3.11	1.58	0.28	-0.70
ISM3	1	7	4.39	1.75	-0.40	-0.64
ISM4	1	7	4.05	1.82	-0.27	-0.98

Tableau 2 : Statistiques descriptives pour les différents items de l'échelle

	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	II	SA
II	1.00	6.00	3.25	1.40	1	
ISA	1.00	7.00	2.84	1.47	,38**	1
ISM	1.00	7.00	3.87	1.48	,38**	,56**

Note. ** p<.01

Tableau 3 : Statistiques descriptives et corrélations entre les dimensions de l'échelle

Comme nous le supposions, il existe des corrélations significatives entre les trois dimensions (cf. **tableau 3**). Les deux dimensions qui sont liées à l'intérêt situationnel sont plus fortement corrélées entre elles ($r=.56$, $p<.01$) qu'avec l'intérêt individuel ($.38$, $p<.01$).

2.3 Discussion sur l'analyse factorielle exploratoire

Les résultats de cette première étude nous permettent de valider une structure de l'intérêt conforme au modèle théorique. D'une part nous avons pu distinguer d'une part l'intérêt situationnel et d'autre part l'intérêt individuel conformément au modèle de Schiefele (1991) et Hidi (1990). D'autre part, toujours conformément à nos attentes, nous avons également pu distinguer les deux composantes de l'intérêt situationnel telles qu'elles sont postulées par Linnenbrink-Garcia et al. (2010) et Mitchell (1993). Nous avons ainsi pu mettre en évidence la présence d'un intérêt situationnel activé (ISA) qui fait référence à la nature la plus émotionnelle de cette forme d'intérêt. Parallèlement il nous a été possible également de montrer la présence d'un facteur d'intérêt situationnel maintenu (ISM) qui lui est davantage en relation avec des items qui portent sur le sens qu'accordent les utilisateurs à l'utilisation du Serious Game. Les consistances internes de ces trois composantes sont toutes supérieures aux seuils de .70. Enfin, nous avons pu observer, en accord avec le modèle théorique que les deux dimensions de l'intérêt situationnel (ISA et ISM) sont davantage corrélées entre elles qu'avec l'intérêt individuel.

3. 2ème partie : l'analyse factorielle confirmatoire

La deuxième étude a plusieurs objectifs. Il s'agira dans un premier temps de confirmer la structure de notre échelle. Un autre objectif sera de vérifier si nos dimensions mesurent bien ce qu'elles sont censées mesurer en nous interrogeant sur la validité concurrente de notre échelle. Nous allons pour cela utiliser d'autres échelles qui devront en fonction de leurs caractéristiques être plus ou moins fortement corrélées avec les trois dimensions de l'ISIS2G.

Nous avons sélectionné une échelle qui permet de mesurer les émotions positives et négatives, la SPANE (Martin-Krumm et al., 2016). En effet L'intérêt situationnel est considéré comme constitué d'une réaction affective positive et donc qui suscite à ce titre des émotions positives (Linnenbrink-Garcia et al., 2010 ; Mitchell, 1993). Nous devons donc nous attendre à des corrélations fortes avec l'intérêt situationnel et plus particulièrement avec intérêt situationnel activé (ISA) qui est essentiellement une composante émotionnelle. En plus de ces échelles nous avons également utilisé la MTES (Pelletier, Tuson, Green-Demers, Noels & Beaton, 1998) qui est une échelle de motivation intrinsèque/extrinsèque sur la thématique de la préservation de l'environnement. Cette fois nous pouvons estimer que la motivation intrinsèque à l'environnement devrait davantage être corrélée avec l'intérêt individuel puisque cette forme d'intérêt est activée est davantage par la thématique du Serious Game que sur les éléments du jeu. Enfin, pour vérifier la transversalité de notre échelle à différentes thématiques nous nous avons dans utilisé deux Serious Games sur deux thématiques différentes, la mécanique et l'écologie.

3.1 Méthodologie de l'expérimentation

3.1.1 Participants

Notre échantillon est constitué de 261 étudiants de L1 en Psychologie. L'âge moyen des étudiants est de 19.2 ans (sd= 3.41). Les étudiants déclarent jouer aux jeux vidéo en moyenne 1.3 heure en moyenne par semaine et 42% ont répondu qu'ils ne jouaient pas aux jeux vidéo durant la semaine.

3.1.2 Matériel

3.1.2.1 Serious Game

Nous avons utilisé le Serious Game *ClimWay*, c'est-à-dire le même Serious Game faisant partie de la liste de l'étude précédente sur l'analyse factorielle confirmatoire de notre échelle d'intérêt. Comme nous l'avons vu précédemment, il s'agit d'un Serious Game sur la thématique de l'écologie et du développement durable, qui propose au joueur la gestion d'une ville, tant dans le développement de ses infrastructures que dans le contrôle de l'émission de gaz à effets de serre et autres facteurs nocifs pour l'environnement et ses habitants.

3.1.2.2 Échelles

La première échelle utilisée est la SPANE, pour "*Scale of Positive and Negative Experience*" (SPANE ; Martin-Krumm et al., 2016) : Cette mesure est une brève échelle en 12 points, avec six items consacrés à des expériences positives et six points visant à évaluer les expériences négatives. Chaque item est noté sur une échelle allant de 1 à 5, où 1 représente " très rarement ou jamais " et 5 représente " très souvent ou toujours ". Dans l'énoncé du questionnaire il est dit aux participants " Dans quelle mesure as-tu expérimenté les sensations suivantes au cours du jeu ?". Nous avons conduit une analyse factorielle qui nous a permis d'extraire deux facteurs avec des valeurs propres supérieures à 1, un qui est fortement corrélé avec les items positifs avec des corrélations faibles pour les items négatifs ($\alpha=.93$) et un deuxième qui lui est fortement corrélé avec les items négatifs avec des corrélations faibles pour les items positifs ($\alpha=.82$).

La deuxième échelle est la MTES, pour « *Motivation toward the environment scale* » (MTES ; Pelletier, Tuson, Green-Demers, Noels, Beaton, 1998) : Cette échelle consiste à mesurer les motivations intrinsèque, extrinsèque et l'amotivation des comportements favorables à la préservation de l'environnement. Chaque item est évalué sur une échelle en 7 points allant de 1 pour "ne correspond pas du tout" à 7 pour "correspond exactement", pour indiquer l'étendue selon laquelle le répondant est en accord ou non avec la proposition. Dans cette recherche nous avons utilisés 12 items répartis conceptuellement sur trois sous-échelles, une première concernant la motivation intrinsèque ($\alpha=.88$), une deuxième concernant la régulation externe ($\alpha=.81$) et enfin une troisième concernant l'amotivation ($\alpha=.79$). Afin de vérifier la structure tridimensionnelle de cette mesure nous avons réalisé une analyse factorielle qui permet effectivement de rendre de trois facteurs avec des valeurs propres supérieures à 1. Les items de chaque dimension se répartissent conformément à la structure conceptuelle de l'échelle sans corrélation croisée supérieure à .40 sur un autre facteur.

3.1.3 Procédure

L'expérience s'est déroulée dans une salle informatique équipée de 12 ordinateurs. L'expérience durait environ 3/4 heure. Après avoir été réceptionné par l'expérimentateur qui expliquait le principe de la recherche, les participants étaient invités à répondre en ligne au questionnaire MTES, ensuite ils jouaient à *ClimWay* pendant 1/2 d'heure via le navigateur

Web. Enfin, après avoir joué, le participant remplissait le questionnaire d'intérêt ISIS2G et le questionnaire SPANE.

3.2 Résultats de l'AFC

Pour les analyses de validation de l'échelle d'intérêt ISIS2G, les données manquantes (moins de 5%) ont été imputées en utilisant la procédure du logiciel de statistiques SPSS (version 22) d'expectation-maximisation (*expectation-maximization*). Cette procédure est considérée comme supérieure à d'autres méthodes (Allison, 2002) telle que le fait d'enlever les sujets qui ont des valeurs manquantes (*list-wise deletion*). Pour réaliser les analyses factorielles confirmatoires, nous avons utilisé le logiciel MPLUS version 6.1 (Muthén & Muthén, 1998-2010).

Pour évaluer à quel point le modèle observé correspond au modèle théorique, nous avons utilisé plusieurs indicateurs d'ajustement. Le premier d'entre eux est bien entendu le test du χ^2 . Ce test permet d'évaluer à quel point le modèle théorique réussit à reproduire les données observées. Nous avons utilisé d'autres indicateurs pour vérifier l'adéquation des données au modèle comme le suggèrent différents auteurs (Hu & Bentler, 1999 ; Hoyle & Panter, 1995 ; Browne & Cudeck, 1993). Un certain nombre d'indicateurs sont généralement utilisés dans la littérature. Dans cette recherche, nous avons retenu les mesures incluant le « *Comparative Fit Index* » (CFI), le « *Tucker Lewis Index* » (TLI) et le « *Root Mean Squared Error of Approximation* » (RMSEA). Il est généralement accepté par différents auteurs (Bentler, 1992 ; Schumacker & Lomax, 1996) qu'une valeur supérieure à .90 pour le CFI et le TLI est suffisante. Cependant d'autres auteurs (Hu & Bentler, 1999) estiment qu'une valeur de .95 ou plus est préférable. Un RMSEA inférieur ou égal à .08 (Browne & Cudeck, 1993) est admis, mais pour Hu & Bentler (1999) un RMSEA inférieur ou égal à .06 peut être considéré comme une valeur acceptable.

Conformément aux résultats de nos analyses exploratoires nous avons testé un modèle avec 3 facteurs inter-corrélés. Les premiers facteurs sont les deux composantes de l'intérêt situationnel : l'intérêt situationnel déclenché ou activé (ISA) et l'intérêt situationnel maintenu (ISM). Le troisième facteur représente l'intérêt individuel (II). Les analyses indiquent que ce modèle en trois facteurs s'ajuste correctement aux données ($\chi^2(51) = 167.81, p < .001$; RMSEA = .08, 90% CI = .07-.09 ; CFI = .96 ; TLI = .95).

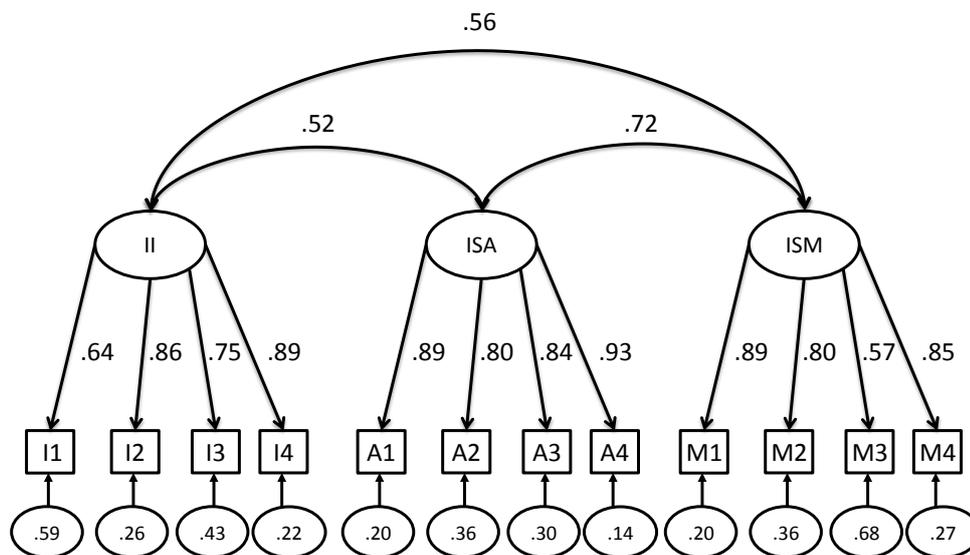


Figure 36 : Résultats de l'analyse factorielle confirmatoire (AFC)

Nous avons également examiné quelles relations existent entre notre échelle d'intérêt et les deux autres échelles de l'étude afin d'étudier la validité concurrente de notre échelle. Comme le montre la **table 4** les corrélations sont conformes à nos hypothèses.

Globalement s'il existe des corrélations significatives entre toutes les dimensions de l'IS2G avec les émotions positives de la SPANE et en accord avec nos attentes il n'y a pas de corrélation avec les émotions négatives de cette même échelle (cf. Table 4). De même la régulation externe de la MTES est soit faiblement corrélée avec la dimension de l'intérêt individuel de l'ISIS2G ($r=.19, p<.01$), soit elle n'est pas corrélée significativement avec l'intérêt situationnel activé ($r=.05, ns$) ou l'intérêt situationnel maintenu ($r=.10, ns$).

	n	M	sd	II	ISA	ISM
SPANE P	221	2.71	0.94	0.46***	0.72***	0.49***
SPANE N	221	1.79	0.69	0.02	-0.13	-0.08
MTES AM	221	3.18	1.45	-0.30***	0.01	-0.17*
MTES MI	221	3.76	1.44	0.63***	0.24***	0.36***
MTES RE	221	1.93	1.07	0.19**	0.05	0.10

Note. * $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

Tableau 4: Statistiques descriptives et corrélations entre les différentes dimensions de l'IS2G et les dimensions des autres échelles.

Par ailleurs comme nous avons pu le voir dans la partie discussion précédente, nous nous attendons à des corrélations plus fortes entre l'intérêt individuel et la dimension de la motivation intrinsèque de la MTES, qui est liée à la thématique de l'activité, par rapport aux deux autres dimensions de l'IS2G qui sont avant tout des dimensions émotionnelles. Conformément à nos attentes la corrélation entre la motivation intrinsèque et l'intérêt individuel ($r = .63$, $p < .001$) est significativement plus forte ($p < .001$) par rapport à cette même corrélation pour l'ISA ($r = .24$, $p < .001$) ou pour l'ISM ($r = .36$, $p < .001$).

Dans le même esprit, nous avons émis l'hypothèse que les émotions positives des deux échelles émotionnelles seraient davantage corrélées aux deux dimensions de l'intérêt situationnel de l'IS2G que l'intérêt individuel de cette même échelle. Il apparaît là encore que l'II ($r = .46$, $p < .001$) est plus faiblement corrélé ($p < .001$) avec les émotions positive de la SPANE que l'ISA ($r = .72$, $p < .001$). Cependant il n'y a pas de différence, toujours pour la corrélation avec les émotions positive de la SPANE, entre la corrélation de ISM ($r = .49$, $p < .001$) et celle de l'II ($p > .05$).

4. Discussion générale

L'objectif de cette recherche était de proposer une nouvelle échelle permettant de mesurer la motivation dans les Serious Games basée sur la distinction entre d'une part l'intérêt individuel et l'intérêt situationnel et d'autre part entre deux dimensions de l'intérêt situationnel, l'intérêt situationnel activé et l'intérêt situationnel maintenu (Linnenbrink-Garcia

et al., 2010 ; Mitchell, 1993). La première étude a permis d'établir que les réponses des participants sur les 12 items de l'ISIS2G s'organisent bien en trois dimensions conformément au modèle théorique. La deuxième étude nous a permis de confirmer ce modèle théorique en trois dimensions. Nous avons pu également établir que les dimensions d'intérêt situationnel de l'ISIS2G sont bien en relation avec les émotions positives. De même l'intérêt individuel est bien davantage en relation avec la motivation intrinsèque pour la thématique (l'écologie) que ne le sont les deux différentes dimensions de l'intérêt situationnel. Ces différentes corrélations indiquent donc qu'il semble pertinent de vouloir distinguer différentes formes d'intérêt quand on veut mesurer la motivation de l'utilisateur d'un Serious Game. Cette nouvelle mesure de l'intérêt à utiliser les Serious Games devrait donc contribuer à mieux comprendre plus globalement la motivation dans les Serious Games. En effet si certaines études montrent clairement un effet des Serious Games sur la motivation (Annetta , Minogue, Holmes, Cheng, 2009; Bai, Pan, Hirumi and Kebritchi, 2012; Hsu, Thibodeau, Wong, Zukiwsky, Cecile, and Walton, 2010; Jackson, McNamara, 2013; Papastergiou, 2009; Tüzün,, Yılmaz-Soylu , Karakus , Inal, Kızılkaya, 2009; Wrzesien , Raya, 2010) d'autres ont des résultats plus mitigés indiquant qu'il y a un effet de la motivation dans certaines conditions seulement (Kebritchi ,Hirumi , Bai, 2010; Miller and Robertson, 2011; Parchman, , Christinaz,and Vogel, 2000;) tandis que d'autres encore ne révèlent aucun effet sur la motivation (Brom,, Preuss, Klement, 2011; Erhel and Jamet, 2013). De plus ces recherches reposent rarement sur les mêmes concepts motivationnels ce qui rend encore plus difficile la compréhension des mécanismes motivationnels sous-jacents à l'effet de l'utilisation des Serious Games. **L'échelle d'intérêt individuel et situationnel pour les Serious Games ISIS2G** va permettre d'apporter des éclaircissements non seulement sur la motivation liée à l'utilisation du jeu, l'intérêt situationnel, mais aussi la motivation du joueur pour le thème du jeu, l'intérêt individuel. Cette double entrée motivationnelle pourrait par exemple expliquer certains résultats comme ceux observés par Penko & Jacob (2010) sur l'utilisation de Serious Games pour faire des exercices physiques. Dans cette recherche les auteurs ont comparé des individus en surpoids (overweight/obese) à des individus maigres (lean) lors de l'utilisation soit d'un Serious Game (Wii Sports Boxing) soit d'un jeu vidéo classique sans activité physique. Il s'avère que le plaisir d'utiliser les jeux vidéo n'est pas le même pour ces deux catégories d'individus. A l'issue de l'expérience les individus maigres préfèrent utiliser le Serious Game par rapport au jeu classique alors que les individus en surpoids ne font aucune différence entre ces deux types

de jeu. L'échelle utilisée pour mesurer la motivation était la "*Visual Analog Scale*" composé d'une ligne de 10 cm déterminée par "n'aime pas du tout" sur le côté gauche et "aime beaucoup" sur le côté droit. Comme dans beaucoup de recherche ce type d'outil ne permet pas d'apprécier l'intérêt individuel des individus envers le sport et il est possible que les individus ne partent pas avec le même niveau d'intérêt pour ce thème ce qui peut peut-être expliquer ce type de résultat. Il ne s'agit bien entendu ici que d'un exemple mais qui permet de voir tout l'intérêt qu'il y aurait à utiliser l'échelle ISIS2G dans de futures recherches sur les Serious Games.

ETUDE 2 : CONSTRUCTION ET VALIDATION D'UN TEST D'EXPERTISE BASÉ SUR LES CONNAISSANCES ENCYCLOPEDIQUES DANS LES JEUX VIDÉO : LE TEST D'EXPERTISE TECEJV

1. Présentation :

Comme nous avons pu le voir en partie théorique, les méthodes de mesure de l'expertise dans la littérature s'appuient généralement sur l'évaluation de divers paramètres liés à la performance mnésique :

- La vitesse et/ou la qualité de récupération des informations stockées en MLT
- La quantité de connaissances stockées en MLT
- La performance des sujets dans une activité donnée. L'expertise serait alors évaluée à partir des aspects quantitatifs et qualitatifs d'une procédure sensori-motrice qui concerne le registre de mémoire non-déclaratif (Squire, 2004).

Dans les échecs, l'expertise d'un joueur sera évaluée à partir de sa performance en situation de jeu. La performance aux échecs va notamment dépendre de sa connaissance sur les innombrables configurations de jeux possibles et les réactions optimales qu'il devra décider de mettre en place pour s'assurer la victoire. La quantité de schémas de jeux auxquels le joueur a été confronté dans son expérience et dans ses phases d'entraînement, et qu'il a alors stockés en MLT, a été l'indice à partir duquel le niveau d'expertise a pu être évalué dans les expériences menées dans ce contexte. On constate alors que dans l'évaluation de l'expertise aux jeux d'échecs, les auteurs ont considéré qu'aucune procédure n'entrait en jeu dans la performance. Et en effet, ce jeu ne demande aucune habileté motrice particulière. La méthode de mesure utilisée dans ce cas de figure est alors de mesurer l'expertise à partir des connaissances. Le niveau de performance permettant d'évaluer l'expertise du joueur dépend de

A l'opposé, dans le domaine des activités physiques et sportives, il semble plus pertinent de mesurer l'expertise à partir des habiletés motrices de l'athlète. En effet, dans un domaine sportif tel que le football ou le lancer de javelot, on peut raisonnablement considérer que l'expertise de l'individu dépendrait notamment d'une dextérité acquise avec la pratique comme l'habileté à diriger le ballon, la maîtrise et la puissance du geste lors du lancer du javelot... Se baser sur une évaluation de ces habiletés motrices pourrait alors être une mesure possible de l'expertise dans ce contexte. A noter que les connaissances sont malgré tout également sollicitées dans de telles activités : les connaissances liées à ces activités sportives pourraient permettre au sportif d'améliorer ses performances, ce qui fait d'ailleurs partie de l'entraînement d'un sportif professionnel.

Dans une activité vidéoludique, nous avons **deux approches** possibles lorsqu'il s'agit d'établir une mesure de l'expertise : la performance est très souvent liée à la fois à la *procédure* (1), dans laquelle nous pourrions par exemple inclure la dextérité dans la manipulation de l'interface sur la manette ou le clavier/souris, mais aussi aux *connaissances* (2) que l'individu possède sur l'activité. D'un point de vue méthodologique, nous avons pris le parti de proposer une mesure de l'expertise à partir **des connaissances encyclopédiques** (Lieury et al., 2013), c'est-à-dire l'ensemble des informations sur le domaine d'expertise qui sont stockées en MLT, et plus spécifiquement dans le registre de la mémoire experte (Chase & Ericsson, 1981 ; 1982). Nous avons donc envisagé une mesure de l'expertise en termes de connaissances expertes en écartant les paramètres d'évaluation de l'expertise à partir des performances sensori-motrices, même si la prise en compte de ce paramètre s'avèrera une étape de validation cruciale pour notre échelle de mesure (validité prédictive & validité concurrente). Nous nous focalisons sur l'étude des processus mnésiques liés aux connaissances pour appréhender et mesurer l'expertise, en nous appuyant sur le modèle de mémoire encyclopédique et sur le modèle de mémoire de travail à long terme. L'objectif était donc de construire et tester plusieurs outils de mesures originaux, basés sur l'évaluation des connaissances **d'ordre lexicales et imagées** des sujets dans le domaine des jeux vidéo.

2. Méthodologie

Le test d'expertise sur les connaissances encyclopédiques dans les jeux vidéo a nécessité un long travail de construction et de validation statistique. Voici donc une présentation de notre démarche basée principalement sur les recommandations de Laveault et Grégoire (2014) sur le développement d'une échelle.

En développant cette échelle, notre objectif est de concevoir un outil de mesure des connaissances encyclopédiques des jeux vidéo, sur la base des conceptions théoriques de la mémoire encyclopédique (Lieury et al., 2013), de la mémoire experte (Chase & Ericsson, 1981), et de la mémoire de travail à long terme (Kintsch et Ericsson, 1995), modèles théoriques présentés précédemment. Nous avons donc ici l'hypothèse que cette mesure serait représentative du niveau d'expertise du répondant dans les jeux vidéo.

L'échelle a été initialement développée sur la base de 137 items identiques, présentant une capture d'écran d'un jeu vidéo et proposant trois réponses de jeu vidéo possibles, plus la possibilité de répondre « je ne sais pas ». Les 3 réponses possibles sont des propositions de jeux vidéo issus de la même catégorie de jeu vidéo, comme par exemple le type « jeu d'aventure » ou le type « FPS » (First Player Shooting).

Une fois l'échelle construite, nous avons travaillé sur sa validation, afin d'évaluer à quel point les scores obtenus au test reflètent bien la compétence ou l'aptitude d'un individu en question, en l'occurrence pour ce qui nous concerne, l'expertise dans les jeux vidéo. Ce travail de validation s'est décomposé en trois grandes étapes.

Premièrement, nous avons étudié **la fidélité** de notre test, qui consiste à évaluer la part d'erreur dans la mesure obtenue par le test (Laveault et Grégoire, 2014). Toute mesure engendrant une part d'erreur liées aux conditions de passations au moment de la mesure, notamment dû à l'état psychologique des participants, l'objectif sera de limiter celle-ci afin de se rapprocher de la mesure idéale, la plus cohérente possible compte tenu de ce que l'on cherche à mesurer. Il existe un certain nombre de méthodes permettant d'évaluer la fidélité d'un test, tels que la **méthode de stabilité temporelle « test-retest »**, la **méthode des formes parallèles sans délai et avec délai** et la **méthode de la consistance interne**. Ces méthodes donnent des informations sur la cohérence de la mesure et la stabilité des résultats obtenus.

Nous avons donc opté cette dernière méthode, qui indique à quel niveau les items restent consistants entre eux.

L'étape suivante de validation de notre échelle a consisté à **sélectionner les items du test**. Nous nous sommes premièrement appuyés sur une méthodologie de sélection des items recommandée par Laveault et Grégoire (2014) pour ensuite appliquer le modèle de Rasch (1960) qui repose sur la théorie des réponses aux items. Notre analyse nous a permis de déterminer quels sont les items les plus représentatifs d'une mesure de l'expertise, en évaluant notamment leur propriété à discriminer les novices des experts sur la base des compétences des répondants et de la difficulté de chaque item. Nous reviendrons ultérieurement sur les détails de l'analyse de sélection des items employée.

Pour finir, nous avons entrepris de vérifier **la validité** de notre test. Pour cela, nous avons premièrement comparé le niveau de corrélation entre la mesure de notre test et l'expérience de jeu mesurée par un questionnaire. Puis nous avons ensuite construit une procédure expérimentale nous permettant d'étudier la qualité prédictive de notre test au regard des performances de mémoire des répondants mesuré par un test de mémoire basé sur des icônes de jeux vidéo.

2.1 Construction de l'échelle :

Il a fallu dans un premier temps faire une sélection des jeux vidéo afin d'avoir une base de test pour nos outils de mesure. Pour ce faire, nous avons voulu utiliser les classements disponibles sur divers sites spécialisés dans les jeux vidéo. Nous nous sommes restreints au classement référençant les jeux vidéo parus sur ces 4 plateformes : **PC, PS3, Xbox360, Wii**. Nous avons donc pu établir une liste à partir de la concordance des classements de jeux vidéo de 3 sites français spécialisés :

1. <http://www.jeuxvideo.com>
2. <http://www.jeuxvideo.fr>
3. <http://www.gamekult.com>

Nous avons ainsi pu obtenir une liste de 137 jeux vidéo. Nous avons établi une organisation de cette liste en fonction de la plateforme de jeu -en sachant qu'un nombre important se retrouve sur plusieurs plateformes- et en fonction du type de jeu.

Une fois la liste prête nous avons construit un site Internet à partir duquel il nous a été aisé de réaliser les pré-tests, tests et les expérimentations finales. Ce site, codé en html/css/php, nous a permis de récupérer de façon simple, rapide et efficace les données sous forme de tableaux pré-organisés par sujet et par jeux vidéo, en vue des analyses statistiques ultérieures. En page d'accueil du site a été mise en place une brève présentation du thème de l'étude ainsi que les différentes étapes auxquelles les sujets allaient participer. Sur cette même page, ils étaient ensuite invités à taper leur code UE Expérimentation, qu'ils devaient utiliser pour chacune des études auxquelles ils participaient dans le cadre d'une unité d'enseignement, et ce dans le but de réaliser des participations anonymes. Ils devaient ensuite taper une adresse email valide, afin d'éviter tout risque de participation répétée ou de code similaire.

2.1.1 Questionnaire sur l'expérience dans les jeux vidéo (Outil 1)

Au regard de l'état de l'art sur le concept d'expertise, l'expérience de jeu nous a semblé un bon support de la mesure de l'expertise de nos participants. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, nous pouvons estimer que le niveau d'expertise varie en fonction du niveau d'expérience d'un individu dans un domaine donné ([Didierjean, Ferrari & Marmèche, 2004](#)). Le fait qu'une personne ait consacré plus de temps pour apprendre à connaître et maîtriser un sujet ou un domaine pourrait expliquer la raison pour laquelle elle serait plus experte qu'une personne qui y aurait consacré moins de temps. En partant de ce principe nous pensons que la mesure de l'expérience permettra de catégoriser notre échantillon en fonction de leur niveau d'expertise.

A partir de la liste des 137 jeux, nous avons voulu construire une échelle qui nous informait du nombre de jeux auquel chaque participant a joué, ainsi que le temps qu'il a consacré à chacun de ces jeux. Pour chaque titre présenté le participant devait ainsi répondre à la question suivante : **combien de temps avez- vous déjà joué à ce jeu ? 5 choix de réponses**

étaient possibles : jamais (1), juste testé (2), entre 1h et 10h (3), entre 10 heures et 50 heures (4), plus de 50 heures (5). Nous avons intégré ce questionnaire en première partie sur le site, juste après la page d'accueil. La liste des 137 jeux vidéo est présentée dans l'ordre alphabétique des titres.

2.1.2 Test d'expertise sur les connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo (Outil 2)

La reconnaissance d'images de jeux vidéo nous a également semblé être un test pertinent pour évaluer le niveau d'expertise à partir des connaissances. En nous appuyant sur la littérature, et plus particulièrement sur les concepts de mémoire encyclopédique de Lieury (Lieury, 1995) et mémoire de travail à long terme d'Ericsson et Kintsch (Ericsson & Kintsch, 1995), nous estimons que la reconnaissance d'images d'une liste dans un domaine donné se fera plus efficacement chez un expert du domaine que chez un novice. De ce fait, la reconnaissance d'images devrait également permettre de catégoriser nos sujets en fonction de leur niveau d'expertise. Nous pensons que ce test d'expertise s'avère être l'outil à retenir. Nous comparerons les scores via ce test aux données recueillies avec les autres outils (outil 1 et 3) présentés et également aux informations complémentaires liées à l'utilisation de jeux vidéo, notamment la fréquence d'utilisation des jeux vidéo, de l'outil informatique et leur expérience dans le domaine. Cette comparaison des données nous devrait nous permettre de définir si les résultats obtenus via ce test vont bien dans le sens d'une mesure valide de l'expertise.

A partir de la même liste des 137 jeux vidéo que l'échelle précédente, nous avons dû récupérer une capture d'écran de chacun des jeux. Il a fallu redimensionner chaque image dans la même définition, à savoir 1024 x 768. Chaque capture s'est faite en phase de jeu, durant laquelle le joueur est aux commandes pour atteindre l'objectif. D'après nous, c'est dans cette phase que l'interface est la plus manipulée par le joueur, et qui est donc la plus susceptible d'être efficacement mémorisée en fonction de l'expertise. Nous avons donc dû écarter les captures d'écran dans les menus ou les paramètres du jeu.

Ce test se présente sous la forme d'un QCM en ligne sur *LimeSurvey*. Pour chaque image de

jeu : le sujet a 3 réponses possibles (une bonne réponse, deux mauvaises réponses) plus la possibilité de répondre "je ne sais pas". Les 3 jeux proposés en réponse font partie de la liste des 137 jeux retenus et de la même catégorie de jeu que la bonne réponse, afin d'éviter une trop grande facilité pour déterminer la bonne réponse à partir du titre. Nous avons randomisé l'ordre et l'avons fixé de manière à présenter le même ordre pour tous les participants. Les choix de réponses proposées pour chaque image sont également fixés pour tous les participants. Ce questionnaire nous donne alors pour chaque sujet le nombre de bonnes réponses et le nombre d'erreurs sur la reconnaissance des 137 jeux vidéo.

La version finale du test d'expertise présente le même format, mais est composé des 20 items conservés par les analyses précédentes nous ayant permis de ne conserver que les items les plus en adéquation avec notre mesure.

Le score au test d'expertise est calculé selon plusieurs critères, en accord avec les recommandations du calcul du score d'un test proposé par Laveault et Grégoire ([Laveault et Grégoire, 2014](#)). Nous relevons l'ensemble des réponses possibles, à savoir le nombre de bonnes réponses, le nombre de mauvaises réponses et le nombre de bonnes réponses pour chaque répondant. Nous avons également opté pour la méthode de soustraction du nombre de bonnes réponses et de mauvaises réponses :

$$\text{Bonnes réponses} - \text{Mauvaises réponses} = \text{Score au test d'expertise}$$

Cette méthode présente l'avantage d'écarter les répondants qui répondent au hasard, sans connaître la réponse à l'item. En effet, cette stratégie permet d'optimiser les chances d'obtenir une bonne réponse par rapport à un participant qui répondrait « je ne sais pas », mais elle augmente également le risque d'obtenir une mauvaise réponse. En soustrayant les mauvaises réponses aux bonnes réponses, nous devrions bien différencier les répondants ayant une réelle aptitude à répondre correctement à chaque item du test et ceux qui répondent à chaque item au hasard, puisque le répondant expert devrait obtenir une moins grande part de mauvaise réponse, ce qui aura un impact moins important sur le score calculé via cette méthode. Enfin une dernière méthode pour calculer le score consiste à diviser le nombre de

bonnes réponses avec le quotient du nombre de mauvaises réponses et du nombre de réponses possibles dans l’item (Laveault et Grégoire, 2014) :

$$\frac{(\text{Bonnes réponses} - (\text{Mauvaises réponses} / \text{Nombre de réponses possibles}))}{\text{Score au test d'expertise}}$$

Cette dernière méthode permet d’adapter le calcul du score aux caractéristiques des items qui composent le test.

Test d'expertise sur les connaissances dans les jeux vidéo

Vous allez répondre à un test d'expertise dans les jeux vidéo. Ce test est composé de 137 questions Pour chaque question le but est de sélectionner le titre correspondant à l'image parmi 3 titres de jeux vidéo. Pour chaque image, les 3 propositions font partie de la même catégorie de jeu vidéo. A la fin du test vous aurez votre score ainsi qu'un commentaire vous indiquant votre niveau d'expertise dans les jeux vidéo.

Vous allez répondre à un test d'expertise dans les jeux vidéo. Ce test est composée de 137 questions Pour chaque question le but est de sélectionner le titre correspondant à l'image parmi 3 titres de jeux vidéo. Pour chaque image, les 3 propositions font partie de la même catégorie de jeu vidéo. A la fin du test vous aurez votre score ainsi qu'un commentaire vous indiquant votre niveau d'expertise dans les jeux vidéo.

Sélectionnez le titre du jeu vidéo correspondant à chacune des images de jeu vidéo présentée.

Il y a 143 questions dans ce questionnaire.

Remarque sur la protection de la vie privée
Ce questionnaire est anonyme.
L'enregistrement de vos réponses à ce questionnaire ne contient aucune information permettant de vous identifier, à moins que l'une des questions ne vous le demande explicitement. Si vous avez utilisé un code pour accéder à ce questionnaire, soyez assuré qu'aucune information concernant ce code ne peut être enregistrée avec vos réponses. Il est géré sur une base séparée où il sera uniquement indiqué que vous avez (ou non) finalisé ce questionnaire. Il n'existe pas de moyen pour faire correspondre votre code à vos réponses sur ce questionnaire.

Charger un questionnaire non terminé Suivant > Sortir et effacer vos réponses

Figure 37 : La page de présentation du test d’expertise sur l’outil de diffusion en ligne LimeSurvey. Le test est initialement composé d’un panel de 137 items dans lesquels une image du jeu vidéo et 3 types de réponses possibles sont proposés : la bonne réponse qui correspond au titre du jeu vidéo en accord avec l’image proposée, deux mauvaises réponses et une non-réponse (je ne sais pas).

* 10



Sélectionnez le titre du jeu vidéo correspondant à l'image:

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- Le Seigneur des Anneaux Online: Les Ombres d'Angmar
- Risen
- Je ne sais pas
- The Elder Scroll III: Morrowind

Figure 38 : Un exemple d'item proposé dans le test d'expertise sur *LimeSurvey*. Un item est composé d'une image et de 3 types de réponses possibles : la bonne réponse qui correspond à l'image proposée, deux mauvaises réponses qui sont des propositions de jeu du même type que la bonne réponse (par exemple : si la bonne réponse est un jeu de type FPS, les deux autres propositions de jeu qui sont les mauvaises réponses seront aussi des jeux vidéo de type FPS. Comme on peut le voir, l'image proposée est une capture d'écran en phase de jeu, dans laquelle l'environnement, l'interface, et les acteurs du jeu sont clairs. L'ensemble des éléments disponibles sur l'image permettent au répondant de reconnaître le jeu s'il a déjà joué à celui-ci, ou s'il a joué aux autres jeux vidéo proposés parmi les réponses possibles. Pour finir, une « non-réponse » est possible avec la réponse « je ne sais pas ». Les trois types de réponses étaient donc différenciés dans les analyses.

2.1.3 Test de mémoire à partir d'icônes de jeux vidéo : test de reconnaissance et de rappel indicé (Outil 3)

En nous référant au concept de mémoire encyclopédique d'Alain Lieury (1991, 1995) que nous avons décrit dans la partie théorique, nous avons estimé qu'un test de mémoire basé sur une tâche de reconnaissance et de rappel indicé, pourrait nous fournir une mesure pertinente de l'expertise. Nous pensons que le score au test d'expertise (Outil 2) devrait être corrélé avec la capacité d'apprentissage d'icônes issus de jeux vidéo, et par conséquent avec les performances à une tâche de reconnaissance et de rappel indicé. En effet, comme nous l'avons mentionné précédemment, la nature et l'organisation des connaissances spécifiques de l'expert expliquent ses performances supérieures (Chase et Simon, 1973). L'expert présente une capacité supérieure de sélection de l'information pertinente lorsque celle-ci est dans son domaine d'expertise. De par sa rapidité supérieure de l'encodage et de la récupération de l'information, et par le biais du processus d'accélération, l'expert a une rapidité d'exécution supérieure (Chase et Ericsson, 1981 ; 1982). Ces considérations nous permettent de penser que notre test de mémoire devrait efficacement discriminer les novices des experts dans les jeux vidéo.

Pour la construction de ce test, nous avons sélectionné **les 20 jeux vidéo les plus joués**. Afin de déterminer quels jeux sont les plus utilisés, nous avons exploité les données des participants sur leur expérience de jeu dans une phase de pré-test. Nous avons ensuite récupéré une liste d'icônes issus de l'interface de ces 20 jeux. A partir de ces icônes nous avons construit 3 listes : **une liste initiale** utilisée pour la phase d'apprentissage des participants, composée de 20 icônes associés au mot **qui correspond à la fonction** de chacun d'entre eux. La deuxième liste sera utilisée pour la première **tâche de reconnaissance**. Elle est composée

de 40 icônes, comprenant les 20 icônes de la liste initiale et 20 icônes issus d'autres jeux. La 3^{ème} liste, utilisée pour la **tâche de rappel indicé**, reprend la liste des 20 icônes de la liste initiale randomisée sans leur mot associé.

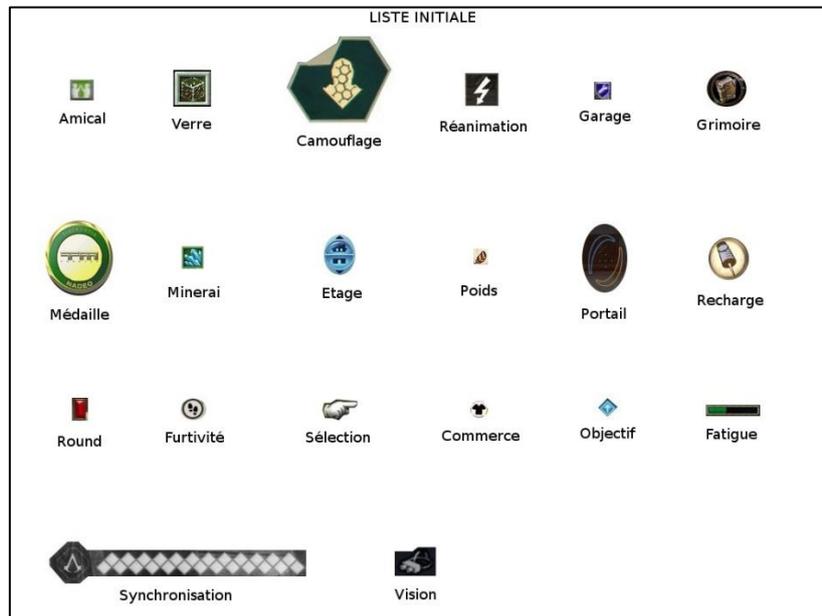


Figure 39: La liste initiale du test de mémoire. Celle-ci est composée de 20 icônes de jeux vidéo, chaque icône ayant également un mot qui lui est associé, correspondant à **la fonction de l'icône**. Le format de présentation de chaque page du test était le format A4, afin de garantir une bonne lisibilité des icônes.

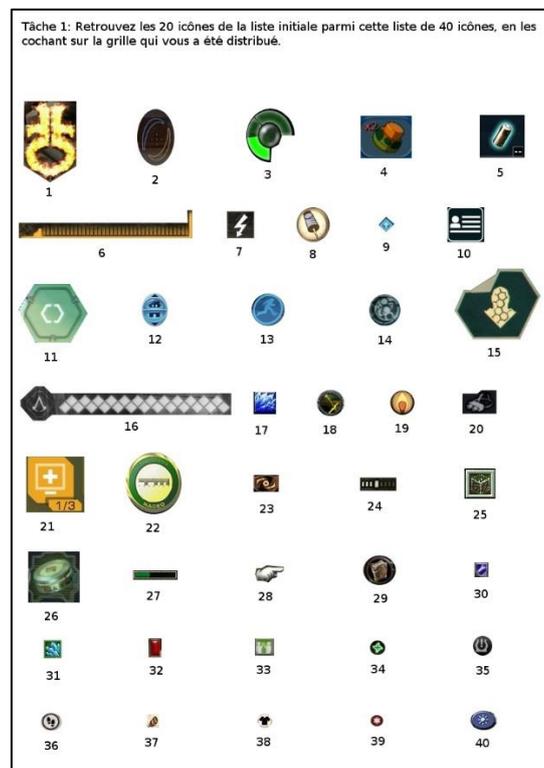


Figure 40: La liste pour la 1^{ère} tâche sur le test de mémoire. Les 20 icônes de la liste initiale ont été mélangées

avec 20 icônes pièges également issues d'interface de jeux vidéo. L'objectif est d'identifier les 20 icônes de la liste initiale. Il s'agit donc d'une tâche de reconnaissance.



Figure 41 : La liste pour la 2^{ème} tâche sur le test de mémoire. Les 20 icônes de la liste initiale sont présentées mélangés et sans leur mot associé par rapport à la liste initiale. L'objectif est de retrouver les mots associés à chaque icône. Il s'agit donc d'une tâche de rappel indicé.

3. 1^{ère} étape : Validité de construit du test brut initial composé de 137 items

L'objectif est de déterminer si le panel initial d'items met en évidence une structure et une mesure en accord avec nos hypothèses concernant la mesure de l'expertise dans les jeux vidéo. Ces analyses seront reproduites à chaque modification du test, que ce soit au niveau des items, de leur nombre et de leur forme. Nous pouvons donc considérer que cette première étape sur la validité de la mesure de notre test est **exploratoire**, puisque nous serons amenés par la suite à confirmer ces résultats puis affiner la mesure de l'échelle par des analyses approfondies, en utilisant la méthodologie d'analyse des items de Laveault et Grégoire (2014), puis en utilisant le modèle de Rasch (1960), issu du modèle théorique de réponses à l'item (TRI) pour la sélection définitive des items de notre test.

3.1 Contexte

L'expérience se déroule dans une salle informatique de l'université Paris Ouest dédiée aux expérimentations des étudiants et des chercheurs en Psychologie.

3.2 Population

L'étude s'est déroulée avec la participation de 56 étudiants de licence 1 en Psychologie de l'université Paris Ouest Nanterre-la Défense. La moyenne d'âge de notre échantillon est de 20,57 ans avec un écart-type de 5,83, et 76,78% de notre effectif était des femmes. Les passations se déroulaient par groupe de 12. Nous avons effectué au total 18 passations. L'ordre des étapes -questionnaire expérience de jeu, questionnaire reconnaissances d'images de jeux, test de mémoire encyclopédique- était contrebalancé sur l'ensemble des passations.

3.3 Matériel

L'expérience se déroulait dans une salle informatique, équipée de 12 ordinateurs parfaitement similaires sur le plan du hardware : écran LCD Samsung 19 pouces avec affichage WXGA 1280 x 800, unité centrale HP, clavier + souris Logitech, connexion Internet ADSL via câble Ethernet. Le matériel software était également parfaitement équivalent sur chaque ordinateur : Système d'exploitation **Windows 7** à jour, navigateur Google Chrome à jour. Les deux premiers tests (questionnaire d'expérience de jeux et test de connaissance par les images) étaient complétés par les participants via un site Internet que nous avons codé à partir du langage de script PHP. Le test de mémoire a pour matériel des fichiers images au format jpeg représentant la liste des icônes. Il y a 3 documents au format *.jpeg* : la liste initiale pour la phase d'apprentissage, la liste des 40 icônes mélangeant les 20 icônes de la liste initiale et 20 icônes issus d'autres jeux parmi les 137. Les 40 icônes sont randomisées par rapport à l'ordre de la liste initiale. Enfin la dernière liste au format jpeg est la liste pour la dernière tâche de rappel indicé, présentant les 20 icônes de la liste initiale dans un ordre différent sans les mots associés. Pour finir, le report des réponses des participants se fait par le biais de deux grilles de réponse (1 pour chaque subtest) imprimé sur documents papier.

3.4 Procédure

L'expérience se déroulait en 3 étapes, correspondant au test des 3 outils construits. L'ensemble de l'étude porte sur le thème des jeux vidéo.

La durée totale de l'expérience était de 45 minutes et s'organisait ainsi :

- *2 minutes pour la présentation de l'étude et les consignes*
- *10 minutes pour le test 1 : questionnaire d'expérience de jeu*
- *10 minutes pour le test 2 : Test de connaissance d'images de jeux (QCM)*
- *20 minutes pour le test 3 : test de mémoire*
- *3 minutes pour un bref débriefing*

Dans un premier temps, nous présentions aux participants le thème de l'étude, leur rappelions la durée de l'expérimentation et le nombre d'étapes. Ensuite ils commençaient l'expérience par l'un des 3 outils, l'ordre de ces derniers ayant été contrebalancé sur l'ensemble des passations. Pour **l'outil 1 et l'outil 2**, présentés précédemment (cf les sections 2.1.1 et 2.1.2), qui sont respectivement le **questionnaire sur l'expérience dans les jeux vidéo** et le **test d'expertise basé sur les connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo**, ils répondaient à ces derniers en ligne sur un site Internet dédié. Le questionnaire d'expérience de jeu présente une liste de 137 jeux vidéo aux participants. Pour chaque jeu, ils cochent le temps qu'ils y ont consacré. L'**outil 2** présente la même liste que le questionnaire précédent avec comme consigne d'identifier le titre du jeu correspondant à chaque image, parmi 3 réponses possibles et en ayant la possibilité de répondre "ne sais pas". Les 3 réponses possibles sont pour chaque image des jeux du même type (action, aventure, stratégie...). Pour finir, la passation se termine par **l'outil 3** (cf section 2.1.3), correspondant au test de mémoire à partir d'icônes de jeux vidéo, composé d'un test de reconnaissance et d'un test de rappel indicé. Pour rappel, le matériel se présente cette fois sous la forme de documents images que le participant consulte via l'ordinateur. Il reporte les réponses sur des documents papier. Il y a dans un premier temps une phase d'apprentissage de 1 minute via un premier document – **la liste initiale**- représentant sur l'écran une liste de 20 icônes/mots associés, qui correspondent à la fonction de chaque icône, issus des 20 jeux vidéo les plus joués sur la liste

initiale des 137 jeux vidéo référencés dans les outils précédents. Le participant passe ensuite **le test de reconnaissance**, présentant une liste de 40 icônes, sans leur mot associé, dont les 20 de la liste initiale sont mélangés avec 20 icônes pièges. Le participant doit identifier les 20 icônes de la liste initiale. Ensuite, le participant doit passer le test de rappel indicé. Cette étape présente les 20 icônes de la liste initiale mélangés, mais sans leur mot associé. L'objectif est de redonner le mot associé à chaque icône. Chaque test avait un temps limité à 3 minutes, ce qui fait 6 minutes pour les deux tests, auxquelles on ajoute 1 minute pour la phase d'apprentissage. Le temps de passation de l'outil 3 était donc de 7 minutes. Même si nous tenions compte de ce temps limite pour chaque test, nous n'avons cependant pas mesuré les temps de passation de test pour chaque participant.

3.5 Résultats

Afin de comparer les résultats obtenus avec ces 3 outils et vérifier la validité de notre test d'expertise sur les jeux vidéo (Outil 2), nous avons réalisé **une analyse de validité concurrente** ("*concurrent validity*"), qui nous permet d'examiner le niveau d'équivalence des mesures pour chaque participant sur l'ensemble des tests. Une matrice de corrélations nous permet alors de vérifier dans quelle mesure nos 3 outils d'évaluation de l'expertise sont corrélés. Autrement dit, nous pourrions alors déterminer si chacun de ces outils présentent des mesures comparables. Cependant, ces coefficients de corrélation ne seront suffisants que pour établir une relation entre les outils présentant des indices forts, à savoir des indices de corrélation (r de Pearson) compris entre .5 et 1.0³² (Cohen, 1988).

D'après nos résultats présentés dans le **Tableau 1** nous constatons que nous avons des indices de corrélations allant de modéré à fort (modéré : .4 à .5; fort : de .6 à .7) entre nos 3 outils (Cohen, 1988). Nous allons décrire les niveaux de corrélations entre l'ensemble de ces derniers. **Nous constatons que le coefficient de corrélation entre le test d'expérience de jeu (outil 1) et le test de reconnaissance (outil 2), correspondant à notre test d'expertise brut, est fort ($r=0,66$).** Nous observons que le coefficient de corrélation entre les deux parties du test de mémoire est modéré ($r=0,59$). Le test de mémoire est moins corrélé avec les deux autres tests.

³² Seuils de corrélation et évaluation : [lien n°32](#).

Les résultats obtenus à partir du test de connaissances vont toujours dans le sens d'une mesure efficace de l'expertise. Comparé aux deux autres tests, qui permettent d'avoir des informations sur le nombre de jeux utilisés, le temps consacré à ces jeux, les performances mnésiques sur des informations portant sur les jeux vidéo, ainsi que les informations complémentaires telles que la fréquence hebdomadaire d'utilisation de jeux vidéo, le test de connaissances présentes des mesures allant dans le même sens. Nous retrouvons alors des données nous permettant de considérer que ce test nous donne des prédictions cohérentes de l'expertise comparé aux données complémentaires.

Afin d'évaluer l'homogénéité de notre test d'expertise basé sur les connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo (**outil 2**) au niveau des items, nous avons vérifié l'Alpha de Cronbach.

$$\alpha = .9849$$

Un coefficient de Cronbach très élevé (>.9) signifie que les items du test ne sont pas différenciés. Etant donné que chaque item pose la même question et que la formulation est strictement identique sur le plan sémantique, cette valeur élevée du coefficient nous indique que nos items évaluent de façon homogène l'expertise. Les 137 items étant identiques, il est donc cohérent de trouver une valeur élevée de l'alpha de Cronbach.

OUTILS	Moyenne	Ecart-type	Test sur l'expérience (Outil 1)	Test d'expertise (Outil 2)	Tâche de reconnaissance (Outil 3)	Tâche de rappel indicé (Outil 3)
Test sur l'expérience de jeux (Outil 1)	8,53	8,30		0,66*	0,28	0,39
Test d'expertise (Outil 2)	33,96	27,37	0,66*		0,32	0,48
Tâche de reconnaissance (Outil 3)	17,89	2,41	0,28	0,32		0,59*
Tâche de rappel indicé (Outil 3)	9,33	4,98	0,39	0,48	0,59*	

Tableau 5 : Matrice de corrélations pour l'ensemble des outils de mesure. Corrélations significatives marquées à $p < .05$, $N=56$. Mesure de la cohérence interne sur le test de connaissance encyclopédique.

Note : **Outil 1** : Test sur l'expérience dans les jeux vidéo ; **Outil 2** : test d'expertise basé sur les connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo ; **Outil 3** : Test de mémoire basé sur les icônes de jeux vidéo en deux phases : le test de reconnaissance et le test de rappel indicé.

3.5.1 Discussion

Ainsi, nous avons pu déterminer que **le test de connaissance encyclopédique sur les jeux vidéo (Outil 2) est un bon prédicteur d'une mesure de l'expertise**. Nous avons donc retenu ce test comme outil de mesure de l'expertise, qui sera affiné et utilisé pour les études suivantes. Par ailleurs, nous avons des contraintes de temps de passation et d'effectif limité pour la seconde étude qui nous a donc amené à optimiser les temps de passation et les effectifs. Notre test d'expertise (**Outil 2**) s'avère être celui prenant le moins de temps à être complété par nos participants, et dont les données sont les plus efficacement récupérables. En effet, nous avons très vite implémenté ce test sur des outils de type logiciel d'enquête statistique tels que **LimeSurvey**, plus ergonomique que le site web que nous avons développé pour nos premiers travaux expérimentaux sur ce test.

Néanmoins, des corrections devraient être effectuées pour améliorer la mesure de cet outil. En effet, nous avons pu constater que certains titres de jeux vidéo pouvaient être attribués correctement à certaines images indépendamment de la connaissance de ces jeux. Par

exemple, pour une image d'un jeu vidéo de tennis, il suffira de sélectionner le titre du jeu de tennis pour avoir une chance élevée de répondre correctement, sans pour autant connaître le jeu ni y avoir joué. Un certain nombre d'images de jeux peuvent ainsi être identifiées à partir de connaissances issues de la culture générale (sports, personnages connus au cinéma ou à la télévision, etc.) indépendamment du niveau de connaissances sur les jeux vidéo.

Afin d'approfondir la validité du test de connaissance encyclopédique sur les jeux vidéo, nous avons effectué une démarche de sélection des items les plus concordants avec notre mesure, sur la base des recommandations de Laveault et Grégoire (2014) tout d'abord, puis nous avons souhaité utiliser **le modèle probabiliste de réponse aux items (MRI, ou TRI pour Théorie de réponse à l'item)**, afin de ne retenir que les items les plus pertinents pour une mesure fiable de l'expertise, selon la rigoureuse méthodologie du **modèle de Rasch** (Rasch, 1960, 1961; Olsen, 2003). Ainsi nous pourrions affiner la mesure de notre test, en éliminant notamment certains items. D'autre part, nous avons voulu également vérifier la validité prédictive de notre test d'expertise, en comparant les résultats de ce dernier à un test de mémoire basé sur des icônes de jeux vidéo.

Pour conclure sur cette partie, nous avons choisi de nommer notre test d'expertise **TECEJV** pour **Test d'Expertise sur les Connaissances Encyclopédiques dans les Jeux Vidéo**.

4. 2^{ème} étape : validité des items du TECEJV

Nous avons ensuite réalisé une analyse des items de notre test d'expertise, afin de ne retenir que les items les plus en accord avec la mesure de l'expertise telle que nous l'avons défini. Cette étape nous a permis d'affiner notre mesure de l'expertise, en mettant au point un test à la fois en accord avec la mesure de l'expertise mais également indépendante de facteurs liés aux caractéristiques de l'échantillon et du contexte des passations. Nous avons dans un premier temps suivi les recommandations de Laveault et Grégoire (2014) pour les analyses préliminaires des items du test, pour ensuite appliquer la procédure du modèle de Rasch (1960), afin d'effectuer la sélection finale des items.

Plusieurs outils ont été utilisés afin de pouvoir réaliser cette série d'analyses : l'outil de conception de test **LimeSurvey** qui nous a permis de réaliser les passations du test en ligne et de récupérer les données du test et le logiciel **Winsteps**, pour l'analyse des items via le modèle

de Rasch ou modèle à un paramètre, qui est une des applications de la **Théorie des réponses à l'item** (TRI) et que nous décrirons ensuite.

Participants

La démarche de sélection et validation des items a pu être réalisée sur la base d'un échantillon conséquent de réponses au test. En effet, en implémentant le test en ligne via l'outil *LimeSurvey* (Schmitz et al., 2003, 2016), et en complétant ce dispositif par le biais de participants sélectionnés à l'université nous avons pu cumuler un total de **647 participants, composé de 263 femmes et de 384 hommes avec une moyenne d'âge de 26.28 ans pour un écart-type de 8.04 ans**. Les 263 femmes de l'échantillon ont un âge moyen de 22.09 ans pour un écart-type de 7.22 ans et les 384 hommes ont un âge moyen de 29.14 ans pour un écart-type de 7.30 ans. Tous les participants ont donc été recrutés en ligne- par le biais du RISC, réseaux sociaux, etc- et au sein de l'université et ont tous répondu au test via le même outil de mise en ligne de test *LimeSurvey*. La forme du test, l'agencement des items, ou encore la présentation du test étaient donc strictement identiques pour l'ensemble des participants. Comme nous le verrons, la taille de l'échantillon est déterminante pour mener à bien cette étape de sélection et validation des items, ce qui explique un effectif si conséquent. Ce recrutement fut réalisé tout au long de cette recherche afin de réunir suffisamment de données. Les participants ont donc répondu à ce test, mais également à un questionnaire annexe afin de connaître les usages et l'expérience des participants dans le domaine des jeux vidéo. Ces questions seront notamment utiles pour comparer les résultats du test d'expertise finalisé avec les réponses à ces questions concernant l'expérience des participants dans les jeux vidéo. Nous devrions être en mesure de vérifier que les réponses aux questions annexes sont corrélées avec les résultats des participants au test d'expertise, assurant alors une validité concourante à notre test d'expertise finalisé dans la sélection des items.

4.1 Analyses approfondies des caractéristiques des items :

4.1.1 Indice de discrimination de l'item

Sur la base de la méthodologie d'analyse des items d'un test recommandée par Laveault et Grégoire (2014), l'indice de discrimination de l'item a été réalisé à partir d'un classement des répondants sur la base de leur score de bonnes réponses au test. Suite à ce classement nous

avons sélectionné les 27% des répondants ayant obtenu le score de bonnes réponses le plus faible et les 27% des répondants ayant obtenu le score de bonnes réponses le plus important. Le calcul de l'indice de discrimination nous permet de déterminer pour chaque item du test, la proportion des répondants faibles et des répondants forts à avoir donné une bonne réponse. Le seuil d'acceptation minimal pour cet indice est de 0.3 (Gene et al., 1995). En dessous de cet indice, nous estimons que la part de bonnes réponses donnée par les répondants faibles est trop importante par rapport à la part de bonnes réponses donnée par les répondants forts.

Cette analyse de la discrimination apparaît cohérente avec l'idée que l'on se fait d'un item en accord avec la mesure, pour lequel on est censé logiquement constater qu'il y a une proportion nettement supérieure de répondants forts qui répondent correctement à l'item. Si les répondants les plus faibles ne sont pas différenciés des répondants les plus forts dans la réponse à un item, on peut considérer que celui-ci ne discrimine pas efficacement les individus en fonction de leur aptitude à être performant dans ce test.

Comme nous pouvons l'observer dans le **tableau 2** ci-dessous, l'indice de discrimination nous permet de rejeter **14 items**, qui obtiennent un indice de discrimination compris entre .016 et .26. Les items rejetés par l'indice de discrimination nous apparaissent effectivement peu représentatifs de l'expertise dans les jeux vidéo. En effet, ces derniers sont des jeux vidéo également représentés dans les domaines du sport, du cinéma ou encore de la musique. Répondre correctement à ces items ne nécessite donc pas nécessairement une forte expertise dans le domaine des jeux vidéo, ce qui explique pourquoi la part de bonnes réponses des répondants faibles est si importante.

Jeux vidéo	Répondants faibles (27%)		Répondants forts (27%)		Indice de discrimination
	Total des répondants faibles	Nombre de bonnes réponses	Total des répondants forts	Nombre de bonnes réponses	
Glee Karaoke Revolution	178	149	178	152	0,016
Michael Jackson The Experience	178	159	178	165	0,033
Doral Exploratrice Joyeux Anniversaire	178	169	178	176	0,039
Mario Sports Mix	178	166	178	176	0,056
Football Manager 2011	178	146	178	172	0,146
Donkey Kong Country Returns	178	148	178	175	0,151
Batman Arkham City	178	147	178	176	0,162
FIFA 12	178	143	178	174	0,174
Rock Band 2	178	100	178	131	0,174
Epic Mickey	178	143	178	176	0,185
Sim City 4	178	105	178	138	0,185
Naruto Shippuden Ultimate	178	134	178	176	0,235
Les Sims 3	178	132	178	176	0,247
Just Dance 3	178	125	178	172	0,264

Tableau 6 : Compte-rendu de la discrimination des items du test rejetés par l'analyse, avec un classement de l'indice de discrimination du plus faible au plus fort pour l'ensemble des items.

4.1.2 R point bi-serial (corrélacion bi-sérielle)

Cet indice de corrélation se caractérise par le fait de pouvoir étudier la relation entre une variable continue et une variable dichotomique. Nous avons donc utilisé cet indice pour étudier la relation entre les réponses pour chaque item du test et le score total de bonnes

réponses des répondants. Les réponses aux items de notre test étant à la base multiples (bonne réponse, mauvaise réponse ou non réponse), nous avons été amenés à considérer qu'une non réponse est une mauvaise réponse, afin de dichotomiser les réponses aux items. Il est à noter que la corrélation bi-sérielle n'est possible qu'à la condition de valider 5 hypothèses préalables, notamment la distribution normale et symétrique de la variable continue (les scores totaux de bonnes réponses), qui a donc été vérifiée et validée.

Nous avons considéré que **le seuil minimal d'acceptation de cet indice devait être de 0.5** (De Landsheere, 1979 ; Gene et al., 1995). Sur le tableau ci-contre sont présentés l'ensemble des items rejetés par l'analyse de la corrélation bi-sérielle entre les réponses aux items et les scores de bonnes réponses, dans l'ordre croissant de l'indice de corrélation.

Jeux vidéo	Corrélation bi-sérielle
Michael Jackson The Experience	0,012
Glee Karaoke Revolution	0,049
Rock Band 2*	0,061
Sim City 4	0,176
Dora l'Exploratrice Joyeux Anniversaire	0,178
Football Manager 2011	0,181
Mario Sports Mix	0,202
FIFA 12	0,252
Need For Speed Shift*	0,285
Donkey Kong Country Returns	0,327
Batman Arkham City	0,343
Epic Mickey	0,365
Just Dance 3	0,374
Les Sims 3	0,386
Naruto Shippuden Ultimate	0,405
Le Sanglot des Cigales*	0,44

Red Dead Redemption*	0,441
U Sing 2*	0,442
Tiger Woods PGA 12 The Masters*	0,463
Battlestar Galactica*	0,471
DJ Hero 2	0,473
NBA 2K12*	0,483
NBA 2K11*	0,486

Tableau 7 : Compte-rendu de la corrélation bi-sérielle sur les items à rejeter

Note : * items rejetés par l'analyse de la corrélation bi-sérielle qui n'étaient pas rejetés par l'analyse de discrimination précédente

Sur la base du seuil $r \geq .05$, l'analyse nous a donc amené à rejeter un total de 23 items, 14 étant communs à l'analyse précédente. Nous avons mis en évidence les items qui sont rejetés par cette analyse et qui ne l'était pas dans l'analyse de la discrimination sur le **tableau 3** ci-dessus. Concernant ces 9 nouveaux items rejetés par cette analyse, nous constatons encore une fois qu'il s'agit d'items présentant des jeux vidéo issus également de l'univers de la musique, du sport et du cinéma. Il est donc encore une fois cohérent que ces items soient peu représentatifs de l'expertise dans les jeux vidéo.

4.1.3 Ecart-type

L'analyse de l'écart-type pour chaque item est également une analyse intéressante puisqu'elle va nous permettre d'obtenir des informations sur la répartition des répondants par rapport à leur score pour chaque item. Un item idéal doit en théorie discriminer les répondants faibles et les répondants forts de façon équitable, ce qui correspondrait à un écart-type ajusté de Pearson de 1 (Laveault et Grégoire, 2014). Ce même indice ne doit pas être trop proche de 0, car cela signifierait que l'item ne discrimine pas idéalement les répondants faibles des répondants forts. Il est cependant important de mentionner l'idée que dans un test, nous pouvons retenir des items faciles, intermédiaires voire difficiles en fonction des attentes du test en question et de la population testée. Cette idée sera davantage développée dans la section concernant l'application du modèle de réponse à l'item à un paramètre, le modèle de Rasch.

Globalement, nous constatons que les items ayant les indices de discrimination et de corrélation bi-sérielle les plus faibles sont également ceux qui obtiennent les écart-type les plus faibles. Inversement, les items ayant les indices de discrimination et de corrélation bi-sérielle les plus élevés ont des écart-type qui se rapprochent globalement de la valeur idéale de 1. Cela se traduit par le fait que plus les items présentent des indices représentatifs d'un bon item, plus la dispersion des répondants autour du score moyen est importante, et la dispersion entre les répondants faibles et les répondants forts est équitable.

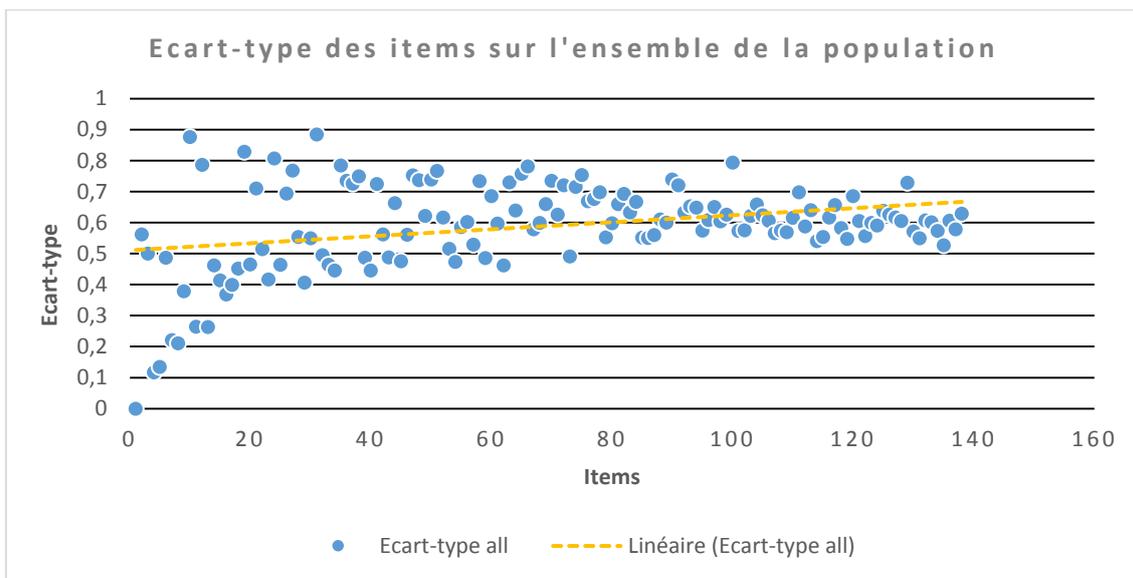


Figure 42 : Graphique représentatif de l'écart-type sur l'ensemble de la population en fonction des items du test. En retenant pour seuil limite un indice de l'écart-type de 0.5, on observe que 5 items se situent en dessous. Ces items étaient rejetés par les analyses précédentes (cf. **tableau 4**).

Jeux vidéo	Ecart-type ajusté de Pearson
Dora l'Exploratrice	,234
Mario Sports Mix	,270
Donkey Kong Country Returns	,421
Batman Arkham City	,421
Epic Mickey	,476

Tableau 8 : Compte-rendu de l'écart-type ajusté de Pearson sur les items à rejeter

Nous retrouvons ici 5 items parmi ceux précédemment rejetés dans les analyses précédentes. Ces items présentent donc une variation de réponses particulièrement faible. Ceci peut s'expliquer par le fait que ces réponses ne dépendent pas uniquement de l'expertise des répondants dans le domaine des jeux vidéo, puisque nous avons là affaire à des items présentant des titres de jeux vidéo également représentés dans le cinéma et la télévision. Ces items pouvant être facilement répondus du fait de leur popularité, les répondants peuvent répondre correctement à ces items quel que soient leur niveau d'expertise dans les jeux vidéo. Il est donc logique de trouver des écart-type faible sur ces items.

Nous nous sommes également intéressés à l'écart-type des items 27% les plus faibles et des 27% les plus forts.

Au sein des 27% des répondants les plus faibles, plus l'écart-type sera faible, plus celui-ci présentera une stabilité dans la réponse à un item, puisqu'un écart-type qui tend vers 0 indique une variation faible à nulle des réponses à l'item. A l'inverse un écart-type proche de 1 traduira une forte variation des réponses à un item. Un item idéal aura donc plutôt un écart-type faible dans une catégorie donnée (répondants faibles ou forts), puisqu'il est censé être répondu de la même façon par les répondants d'une même catégorie.

Les résultats observés dans les deux catégories de répondants mettent en évidence une tendance des items à une stabilité des réponses croissante avec l'augmentation de l'indice de discrimination et de corrélation bi-sérielle : plus l'indice de discrimination et de corrélation bi-sérielle est élevé, plus l'écart-type des items au sein des groupes de répondants faibles et forts tendent vers zéro (**Figure 43** et **Figure 44**).

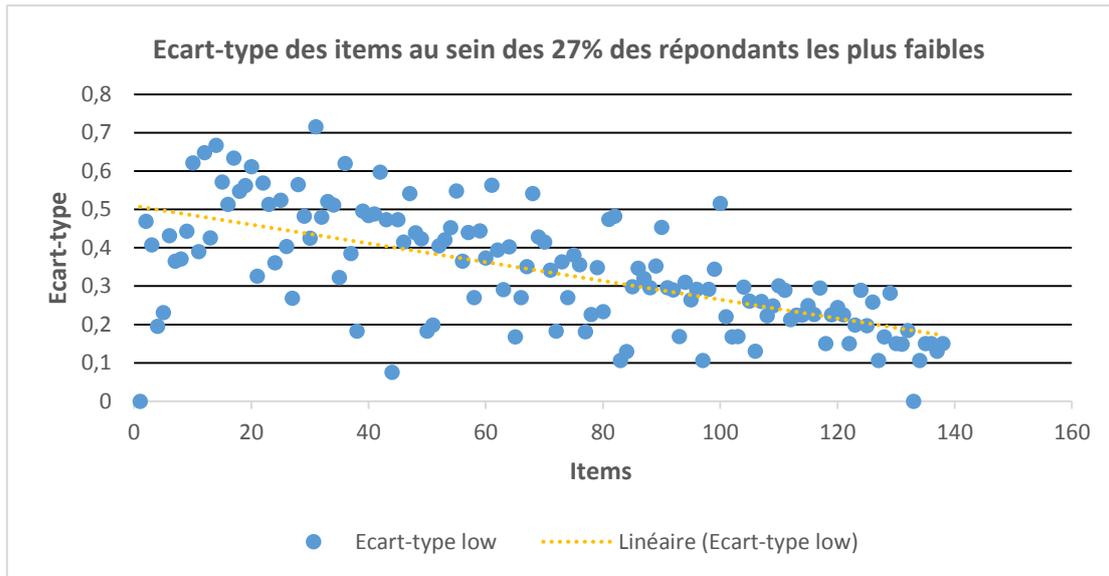


Figure 43 : Graphique représentatif de l'écart-type sur les 27% de la population au score le plus faible en fonction des items du test.

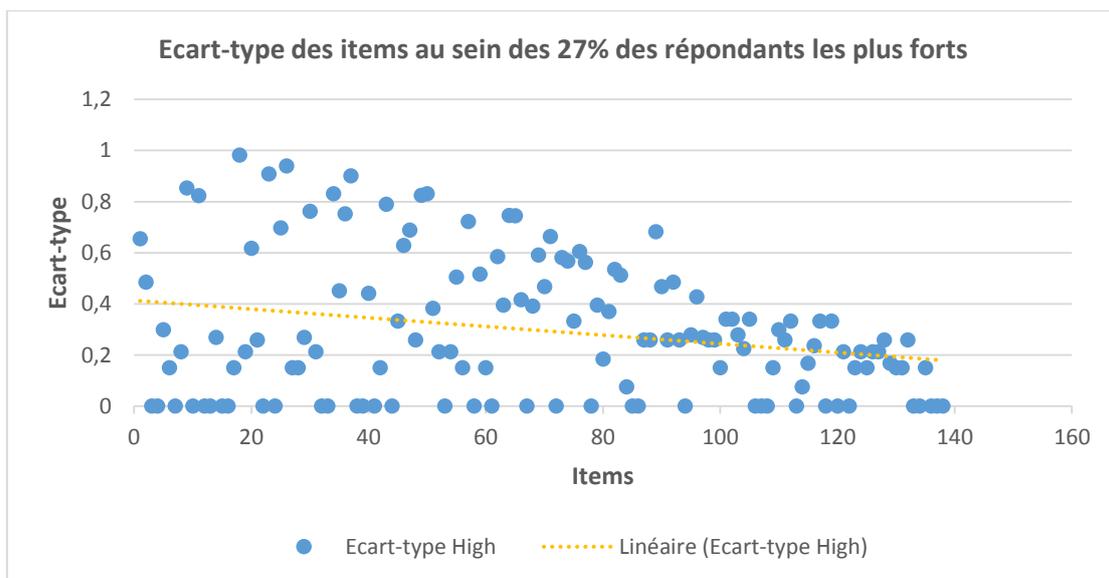


Figure 44 : Graphique représentatif de l'écart-type sur les 27% de la population au score le plus élevé en fonction des items du test.

4.1.4 Kurtosis/asymétrie

Ces deux coefficients nous donnent des informations importantes sur la distribution des réponses pour chaque item.

Pour ce qui concerne le Kurtosis, ou coefficient d'aplatissement de Pearson ou de Fisher, cet indice nous donnera des informations concernant la position plus ou moins éloignée des

réponses à l’item par rapport à l’espérance mathématique. D’après les seuils d’acceptation recommandés par Laveault et Grégoire (2014), nous prenons pour convention que nos items doivent être situés dans un ensemble compris entre -3 et 3.

Pour le coefficient d’asymétrie, cet indice nous donnera des informations concernant la tendance des réponses à l’item à être trop souvent corrects, incorrects ou réparties symétriquement. Nous prenons également pour convention que cet indice doit être situé dans un ensemble compris entre -3 et 3.

Voici sous forme de tableau l’ensemble des indices rejetés par les indices d’asymétrie et kurtosis.

Jeux vidéo	Asymétrie	Kurtosis
Dora l’Exploratrice Joyeux Anniversaire	-8,320	67,432
Mario Sports Mix	-7,154	49,325
Donkey Kong Country Returns	-4,325	16,754
Batman Arkham City	-4,325	16,754
FIFA 12	-2,983	6,919
Epic Mickey	-3,704	11,754
Naruto Shippuden Ultimate	-3,392	9,535
NBA 2K11	-2,664	5,114

Tableau 9 : Compte-rendu des coefficients d’asymétrie et d’aplatissement (Kurtosis) sur les items à rejeter.

Nous observons que les 8 items rejetés ici étaient déjà remis en cause dans les analyses précédentes. Les coefficients Kurtosis et d’asymétrie confirment donc l’inadéquation de ces items pour notre test.

4.1.5 Application du modèle de Rasch (modèle de réponse aux items à 1 paramètre)

23 items ont été rejetés par les analyses précédentes, et c'est donc sur cette base de **114 items** que nous avons mise en place la sélection des items **via le modèle de réponse à l'item à 1 paramètre ou modèle de Rasch (1960)**.

La théorie des réponses à l'item (TRI) est apparue dans les années 50 (Rasch, 1960, 1961 ; Liu, 2010 ; Olsen, 2003 ; Laveault et Grégoire, 2014), lorsque certains problèmes psychométriques ne pouvaient trouver de solutions dans la théorie classique de la mesure. Le modèle de Rasch (1960) fait partie d'une famille de modèles statistiques probabilistes pour décrire les différentes configurations de réponses de répondants à un item donné. Le but est de déterminer si les réponses d'un item donné sont en adéquation avec l'outil développé et la mesure que l'on souhaite effectuer. La question à laquelle répond le modèle de Rasch est de déterminer si l'outil psychométrique établit un score correct ou incorrect compte tenu des items. En effet, lorsqu'une échelle est construite, sa validation passe par un certain nombre de passations auprès d'échantillons de participants dont dépendent ses résultats. Autrement dit, les scores à l'échelle seront fonction d'un nombre infini de paramètres liés au contexte du test (lieu, horaire, etc) et aux individus qui composent les échantillons (âge, connaissances, etc). La théorie ou modèle de réponses aux items (TRI ou MRI, IRT en anglais) a pour vocation d'écarter cette dépendance entre le contexte de passation du test et les scores obtenus à l'échelle. Basé sur un modèle probabiliste, l'hypothèse de la TRI est que la probabilité de réponse correcte d'un individu pour chaque item ne dépendra que de paramètres isolés, les facteurs.

Ces derniers sont de deux natures :

- **le facteur lié aux compétences de l'individu**, puisque ces dernières influencent sa probabilité de répondre correctement à l'item. Ce facteur est appelé le **trait latent Thêta** du fait qu'il ne soit pas directement observable.

- **le facteur lié aux caractéristiques de l'item**, car elles vont également impacter sur la probabilité de trouver la bonne réponse. Ces caractéristiques sont la difficulté de l'item, son pouvoir de discrimination et la part de chance d'y répondre correctement.

Ce modèle se repose sur l'hypothèse qu'il existe une mesure linéaire reliant l'item au répondant. Pour l'item, une telle mesure correspond à la difficulté de l'item ; pour le répondant, une telle mesure correspond à son aptitude à répondre correctement. A la fois la difficulté de l'item et son aptitude permettent au répondant de trouver la réponse correcte à l'item. Le modèle de Rasch (1960) estime que ces deux paramètres sont unidimensionnels. La probabilité d'une réponse correcte à un item serait alors la différence entre les mesures de ses aptitudes et les mesures de difficultés de l'item. Plus ses aptitudes sont bonnes, plus il est susceptible de répondre correctement à l'item. Plus l'item est difficile, plus la probabilité de réponse correcte de la part du répondant sera réduite.

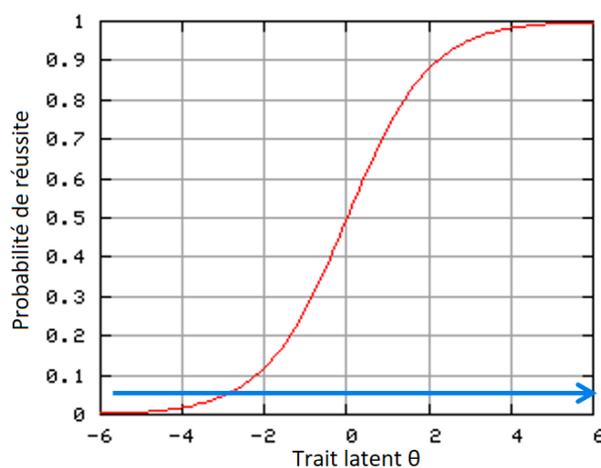


Figure 45 : Dans le modèle de Rasch, la performance à un item peut être expliquée par un facteur nommé **trait latent θ** représenté graphiquement par une fonction logistique, **la courbe caractéristique de l'item (CCI)**, qui dépend de **la difficulté de l'item et de la compétence du sujet**.

Appliquer le modèle de Rasch à un outil de mesure revient alors à constituer un panel d'items qui permettront de définir une mesure linéaire. Cette procédure s'appelle la calibration de Rasch et répond à la même procédure que de développer une échelle métrique. Au bout du compte, à l'issue de cette procédure, l'analyste obtient idéalement une échelle standardisée, garantissant une mesure fiable, quel que soit l'échantillon de répondants testé.

Dans la TRI, nous sommes donc en mesure de produire une échelle de mesure psychométrique stable quel que soit l'échantillon testé et quel que soit le contexte, avec des facteurs déterminés et liés aux items qui composent l'outil de mesure. Il s'agit donc d'un modèle puissant dans la mesure où il permet de générer des banques d'items fonctionnels à grande échelle et par extension créer des échelles de mesure "absolues".

Par ailleurs, on considère que l'ensemble des items de l'échelle mesurent le même phénomène (cohérence interne), et que les réponses à ces items incluent une erreur de mesure aléatoire.

Mathématiquement, le MRI se modélise selon un, deux ou trois paramètres -de l'item-, ces derniers étant la difficulté de l'item, le pouvoir discriminatif de l'item et la "pseudo-chance" de répondre correctement à l'item. Ces modèles établissent la relation fondamentale entre les traits latents de l'individu et les caractéristiques plus ou moins complexes de l'item en fonction du nombre de paramètres considérés. Le modèle à un paramètre, appelé **le modèle de Rasch**, est la forme la plus basique de la TRI, en postulant la relation entre le trait latent et la difficulté de l'item.

Néanmoins quel que soit le nombre de paramètres de l'item pris en compte, la relation entre les traits latents de l'individu et les caractéristiques de l'item se caractérise par une fonction dite fonction caractéristique de l'item et modélisée par sa courbe caractéristique, qui dans forme centrée et réduite est représentée par une sigmoïde (fonction logistique).

L'objectif de la TRI est double. Premièrement il permet d'estimer les propriétés de mesure des items en calculant les paramètres de difficulté (modèle de Rasch), de discrimination (modèle à 2 paramètres) et de pseudo-chance (modèle à 3 paramètres). Deuxièmement il permet d'estimer le niveau d'un individu par rapport aux traits latents considérés (compétences, habiletés, etc) et de le positionner par rapport aux autres participants de l'échantillon. Ces deux points sont considérés indépendants des caractéristiques de l'échantillon et du contexte de l'étude.

Dans notre cas de figure, c'est à dire pour l'estimation des items restants après les analyses précédentes de notre test d'expertise, nous avons opté pour l'application du modèle de Rasch ou modèle à un paramètre.

L'utilisation du modèle de Rasch (1960) pour développer un instrument de mesure revient à appliquer une procédure systématique **composée de 10 étapes-clés** (Liu, 2010). Cette procédure permet de mettre en adéquation les items proposés et la méthodologie de construction de l'outil en accord avec un modèle théorique puis testé empiriquement par le

modèle de Rasch, qui permettra de sélectionner les items, de constituer un panel qui définira une échelle de mesure linéaire. Voici donc les 10 étapes à appliquer, mentionnées par Liu (2010, p.49-60) :

1. Définir la construction qui pourra être caractérisé par un paramètre linéaire
2. Identifier les comportements correspondants à différents niveaux du construit défini précédemment
3. Définir les comportements qui sont hors du champ défini par le construit
4. Etablir une série de test avec un échantillon représentatif de la population
5. Appliquer le modèle de Rasch
6. Revoir les caractéristiques d'ajustement statistique des items et revoir les items si nécessaires
7. Examiner la « Wright map » et l'unidimensionnalité des items
8. Répéter les étapes 4 à 7 jusqu'à ce qu'un panel d'items ajusté soit mis en évidence par le modèle de Rasch et définir une échelle
9. Etablir les étapes de validité pour la mesure et...
10. Développer la documentation pour l'utilisation de l'instrument de mesure.

Chacune de ces étapes de la procédure est présentée de façon plus approfondie en Annexes ([lien vers la présentation détaillée](#)).

4.1.5.1 Résultats pour notre test d'expertise TECEJV

Entry number	Total Score	Total Count	Measure	Model S.E.	INFIT		OUTFIT		PTMEASUR-AL		EXACT MATCH		ITEM
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	OBS%	EXP%	
76	248	647	70,1	1.13	1,00	0,10	0,88	-0,40	0,65	0,65	81,30	81,70	Risen
95	253	647	69,5	1.13	0,93	-1,20	0,78	-0,90	0,68	0,66	82,40	81,90	The Last Story
22	254	647	69,4	1.14	1,05	0,90	0,81	-0,80	0,65	0,66	80,40	81,90	Conduit 2
37	265	647	67,9	1.14	1,10	1,70	0,85	-0,60	0,65	0,67	79,70	82,30	Eve Online
35	289	647	64,8	1.16	1,00	0,10	1,00	0,10	0,69	0,69	83,90	83,20	Drakensang
114	302	647	63,0	1.17	0,91	-1,30	0,81	-0,90	0,73	0,70	84,20	83,70	Zeno Clash
25	332	647	58,8	1.21	0,97	-0,30	0,79	-1,10	0,73	0,73	85,80	85,00	Cthulhu
104	338	647	57,9	1.22	1,08	1,10	1,09	0,50	0,71	0,73	83,50	85,30	Versus
67	343	647	57,1	1.22	0,95	-0,70	0,78	-1,20	0,75	0,73	85,00	85,40	Mount & Blade
71	344	647	57,0	1.22	0,90	-1,30	0,77	-1,30	0,75	0,73	86,70	85,50	Orcs Must Die
106	345	647	56,8	1.23	0,88	-1,70	0,83	-0,90	0,76	0,73	87,90	85,50	VVVVVV
52	372	647	52,7	1.26	0,89	-1,40	0,99	0,00	0,76	0,74	87,90	86,50	Harvest Moon
80	385	647	50,6	1.28	0,88	-1,60	0,94	-0,30	0,77	0,75	89,10	87,00	S.T.A.L.K.E.R.
10	386	647	50,4	1.28	1,09	1,10	0,88	-0,60	0,74	0,75	85,10	87,10	Black Mirror III
101	387	647	50,2	1.28	0,95	-0,60	0,86	-0,70	0,76	0,75	87,50	87,10	Total War Shogun 2
32	390	647	49,7	1.29	0,89	-1,40	0,80	-1,00	0,77	0,75	87,90	87,20	Diablo III
33	390	647	49,7	1.29	1,06	0,80	0,96	-0,10	0,74	0,75	85,60	87,20	DiRT 3
46	395	647	48,9	1.30	1,00	0,00	0,96	-0,20	0,75	0,75	87,10	87,40	God of War III
16	400	647	48,1	1.30	1,02	0,30	0,96	-0,20	0,75	0,75	87,20	87,50	Burnout Paradise
91	425	647	43,7	1.33	1,05	0,60	0,78	-1,00	0,74	0,75	86,90	87,90	Terraria
5	472	647	35,2	1.37	0,99	-0,10	0,89	-0,30	0,72	0,71	88,80	88,10	Battlefield 3
82	477	647	34,3	1.37	0,94	-0,70	1,08	0,40	0,72	0,71	89,00	88,10	Skylanders
2	500	647	29,9	1.40	0,89	-1,50	0,88	-0,30	0,70	0,68	89,60	88,20	Assassins Creed
55	518	647	26,3	1.42	1,14	1,90	0,88	-0,20	0,63	0,66	86,10	88,40	Kirby
49	529	647	24,0	1.45	1,00	0,00	0,48	-1,60	0,64	0,64	88,70	88,80	GTA Ep. From Liberty City
MEAN	383,7	647,0	50,0	1,28	1,00	-0,30	0,97	-0,60			86,20	86,40	
P.SD	71,8	.0	11,6	.08	0,31	4,00	0,69	2,80			5,20	2,00	

Tableau 10 : Synthèse des statistiques d'ajustement du modèle de Rasch

Après avoir analysé les indices d'ajustement INFIT, OUTFIT pour MNSQ et ZSTD, ainsi que PTME sur l'ensemble des 114 items retenus préalablement, nous pouvons conserver ici 25 items, présentés dans le tableau ci-dessus.

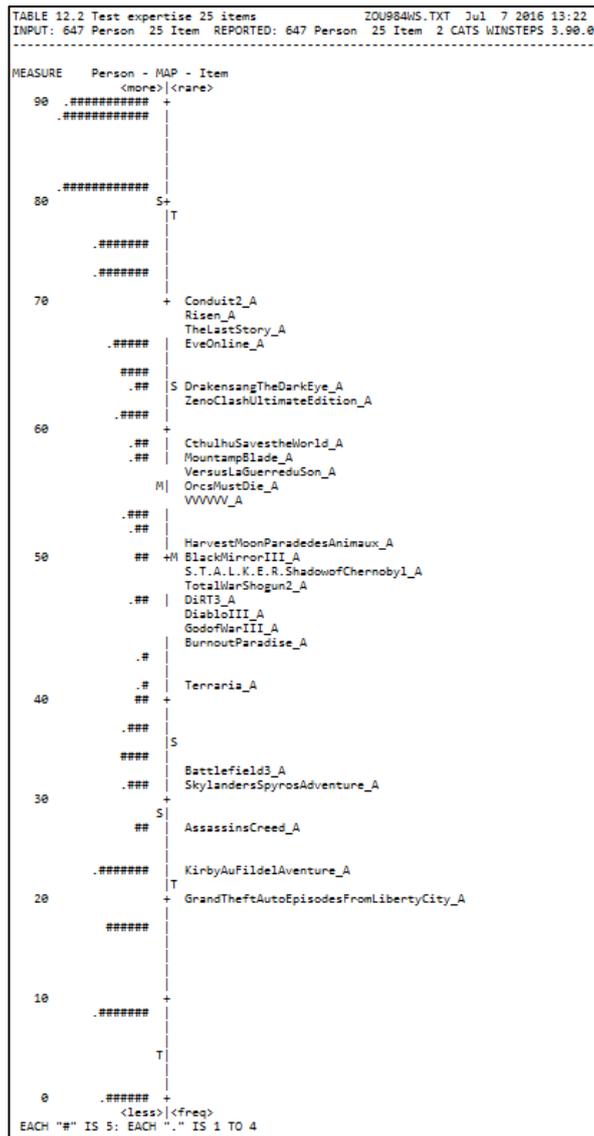


Figure 46 : « Wright map » sur les 25 items retenus

La « **Wright Map** » nous permet de constater comment chaque item va cibler les individus testés. Cela sous-entend que chaque item va plus ou moins cibler un niveau de compétences plus ou moins important, impliquant le fait de pouvoir répondre correctement ou non à l’item. Ce graphique permet à la fois de visualiser la difficulté de chaque item et les compétences des individus le long d’une même échelle linéaire. Pour rappel, une bonne échelle de mesure devrait pouvoir cibler la population voulue en faisant correspondre la distribution de la difficulté de l’item avec la distribution du niveau d’aptitude à répondre correctement à chaque item des individus testés (Liu, 2010 ; p. 56). Nous constatons dans l’analyse qu’il existe des sauts (« gaps »), ce qui signifie que les individus entre ces sauts ne sont pas différenciés avec suffisamment de précision dû au manque d’items à ce niveau. Par exemple, il y a un gap

significatif entre le jeu vidéo *Terraria* et *Battlefield 3*. Il y a également deux gaps pour les répondants aux scores extrêmes les plus faibles et les plus forts. Cela signifie qu'il faudrait idéalement ajouter des items très faciles et des items très difficiles, afin de cibler les répondants ayant les niveaux de compétences les plus faibles et les plus forts.

Cependant, ces gaps sont inhérents au fait que nous avons éliminé un nombre d'items considérables dans les étapes de sélection des items précédentes, impliquant une élimination d'items pouvant potentiellement se situer entre ces gaps, mais n'ayant pas été retenus pour des propriétés de l'item invalidée et ne correspondant pas au modèle de Rasch.

Pour l'analyse **de l'unidimensionnalité des items**, une étude de la corrélation de chacun des items a été réalisée via les analyses de Rasch. Ces items ne doivent pas dépasser $-/+ 0.4$ dans leur indice de corrélation pour que leur propriété unidimensionnelle soit acceptable. On constate que 5 items sont en dehors de l'ensemble requis :

- *Black Mirror III*: **$r=.53$**
- *Terraria*: **$r=.41$**
- *VVVVVV* : **$r=.41$**
- *DirT 3* : **$r=-.44$**
- *Burnout Paradise* : **$r=-.43$**

Après cette étape, nous conservons donc **20 items**.

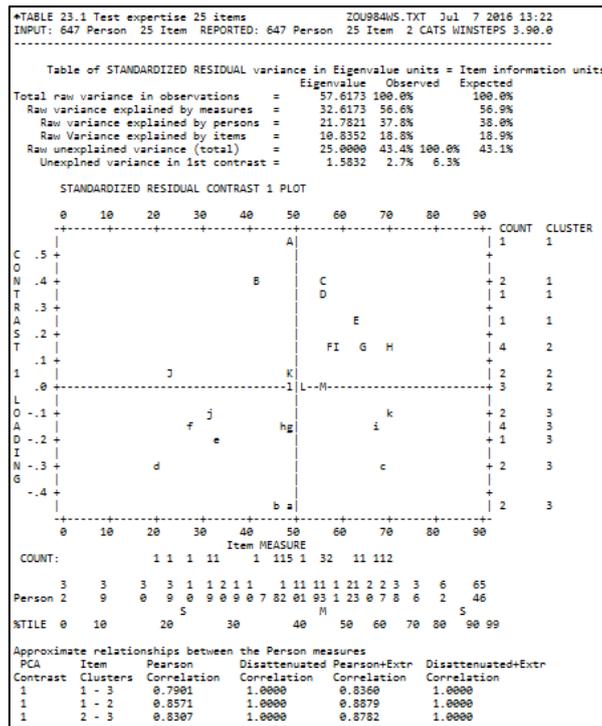


Figure 47 : Représentation du caractère unidimensionnel des items de l'échelle d'expertise

CON-TRAST	LOADING	INFIT			OUTFIT		ENTRY	
		MEASURE	MNSQ	MNSQ	NUMBER	Item		
1 1	.53	48.87	1.12	.94	A	3	BlackMirrorIII_A	
1 1	.41	41.89	1.04	.74	B	20	Tennaria_A	
1 1	.41	55.66	.92	.90	C	24	WWWWV_A	
1 1	.34	55.98	.94	.92	D	15	MountampBlade_A	
1 1	.23	62.27	.95	.83	E	25	ZenoClashUltimateEdition_A	
1 2	.15	57.71	1.00	.98	F	6	CthulhuSavestheWorld_A	
1 2	.15	64.18	1.00	.98	G	9	DrakensangTheDarkEye_A	
1 2	.15	69.39	.95	.76	H	21	TheLastStory_A	
1 2	.14	56.77	1.10	1.06	I	23	VersusLaGuerneduSon_A	
1 2	.05	23.10	1.16	.95	J	14	KirbyAuFidelAventure_A	
1 2	.05	49.05	.91	.91	K	18	S.T.A.L.K.E.R.ShadowofChernoby	
1 2	.00	51.25	.91	.90	L	13	HarvestMoonParadedesAnimaux_A	
1 2	.00	55.82	.92	.80	M	16	OrcsMustDie_A	
1 3	-.44	48.18	1.09	1.04	a	8	DiRT3_A	
1 3	-.43	46.43	1.03	.91	b	4	BurnoutParadise_A	
1 3	-.28	69.24	1.10	.84	c	5	Conduit2_A	
1 3	-.28	20.56	1.09	.52	d	12	GrandTheftAutoEpisodesFromLibe	
1 3	-.21	32.83	.99	.92	e	2	Battlefield3_A	
1 3	-.17	27.04	.94	1.41	f	1	AssassinsCreed_A	
1 3	-.17	48.18	.91	.92	g	7	DiabloIII_A	
1 3	-.15	47.31	1.05	1.05	h	11	GodofWarIII_A	
1 3	-.14	67.66	1.13	.85	i	10	EveOnline_A	
1 3	-.12	31.82	.90	1.39	j	19	SkylandersSpyrosAdventure_A	
1 3	-.11	70.10	1.06	1.14	k	17	Risen_A	
1 2	-.02	48.70	.95	.83	l	22	TotalWarShogun2_A	

Figure 48 : Synthèse des 25 items et de la corrélation comme indicateur de leur unidimensionnalité

L'analyse de la propriété d'invariance des items et des individus est l'étape précédente à la validation de l'instrument de mesure. Comme nous l'avons vu précédemment, nous devons établir deux sous-échantillons de telle sorte que deux panels de difficultés d'items seront produits et comparés pour analyser leurs différences. Les deux sous-échantillons sont généralement basés sur les caractéristiques des sujets tels que le sexe, la nationalité, les aptitudes, etc. **Nous avons choisi de prendre deux sous-échantillons se différenciant par le sexe : un sous échantillon composé d'hommes, et un sous-échantillon composé de femmes.**

Ce choix n'est pas anodin car nous avons observé une différence de performances sur l'ensemble du panel d'items du test d'expertise initial entre les hommes et les femmes. En effet, les hommes obtenaient en moyenne de meilleures performances sur l'ensemble des 137 items du panel initial. Les 20 items retenus ici vont être divisés en deux panels d'items : un panel d'items difficile et un panel d'items facile. Les résultats obtenus pour les deux sous-échantillons d'hommes et de femmes ne devraient pas se différencier dans les résultats obtenus sur les deux panels d'items.

Comme vu précédemment pour l'application des étapes du modèle de Rasch, en prenant pour caractéristique le sexe dans notre échantillon de population, deux questions sont alors à poser :

- **Fonctionnement différentiel du test (DTF pour « Differential Test Functioning »)** : est-ce que le test, composé de tous ses items, fonctionne de la même façon pour les hommes et les femmes ? Pour cela, il faut réaliser des analyses séparées pour les deux sous-groupes Hommes et Femmes, et ensuite comparer les deux ensembles de difficultés d'items.

- **Fonctionnement différentiel de l'item (DIF pour « Differential Item Functioning »)** : en partant de l'hypothèse que tous les autres items fonctionnent de façon similaire pour les hommes et les femmes, est-ce que l'item 5 va fonctionner de façon équivalente pour les hommes et les femmes ? Pour étudier cela, il faut partir du principe qu'il y a deux difficultés pour l'item 5 -la difficulté pour les hommes, la difficulté pour les femmes-, tout en maintenant les autres difficultés d'items et les réponses des individus inchangées.

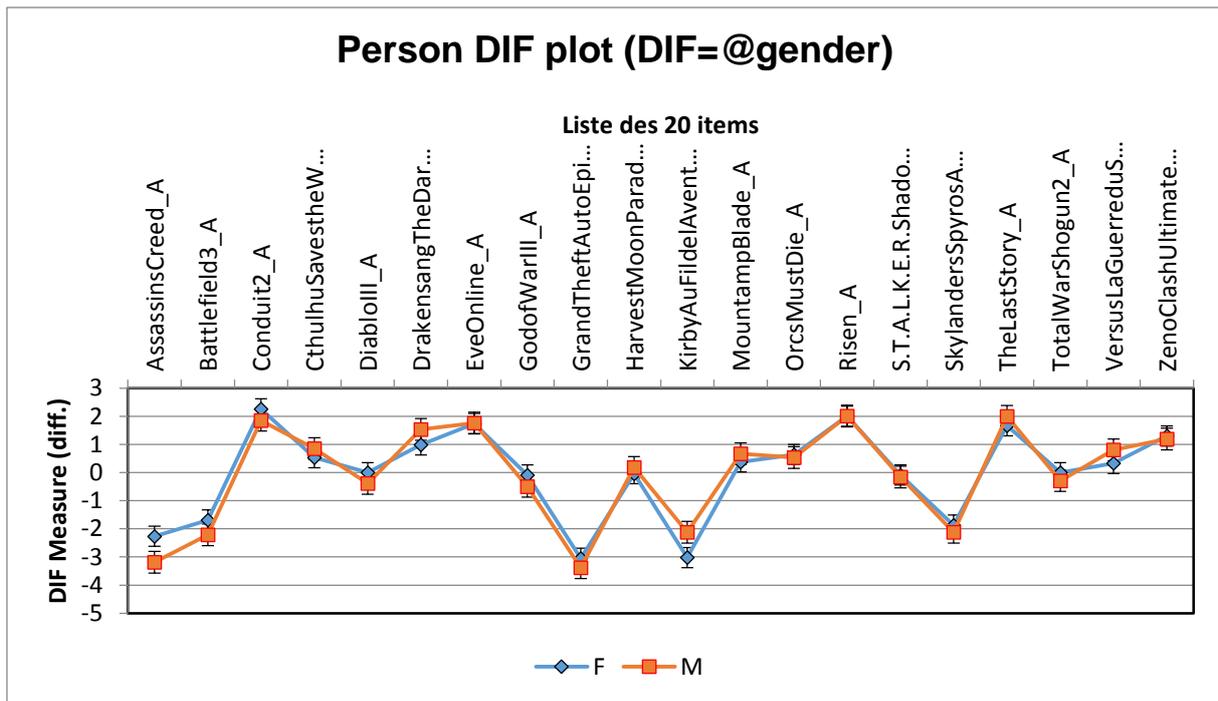


Figure 49 : Graphique représentatif du DIF (« **Differential Item Functioning** ») mettant en évidence le fonctionnement relativement homogène des items conservés en fonction du sexe

Concernant l'analyse du fonctionnement différentiel de chaque item (DIF), nous constatons dans les analyses que ces derniers présentent des caractéristiques globalement similaires pour les deux sous-échantillons Hommes et Femmes (**Figure 49**).

Néanmoins il faut noter qu'il existe des différences non négligeables dans les réponses entre les hommes et les femmes pour certains items, ceci étant certainement dû aux caractéristiques de notre échantillon de répondants. En effet, la majorité des femmes recrutées provenaient de l'université Paris Ouest et étaient étudiantes en psychologie, avec une pratique du jeu vidéo moyenne voire faible. Les hommes quant à eux, ont été recrutés en grande partie via les réseaux sociaux et autres outils de diffusion en ligne (notamment mon site web personnel). De ce fait, les hommes recrutés ayant été attirés par leur intérêt pour les jeux vidéo, leur pratique s'avère en moyenne supérieure au sous-échantillon des femmes. Cependant, nous pensons que ces différences ne sont pas inhérentes aux caractéristiques du test et de ses items, mais aux conditions de recrutement qui n'ont pas été suffisamment équivalentes entre les hommes et les femmes. Concrètement, au niveau des analyses, nous constatons alors que même si les items se comportent de façon équivalente pour les hommes et les femmes, le sous-échantillon des hommes parvient en moyenne à obtenir de meilleures performances que le sous-échantillon des femmes. Ces différences de performances peuvent

notamment s’observer sur les graphique DIF de chaque item prit indépendamment, dans lequel nous pouvons voir les performances des hommes, des femmes et de l’ensemble de l’effectif. Voici ci-dessous en exemple en **figure 50** l’item 1 : Assassin’s Creed. Pour plus de détails sur les autres items, voici le lien en Annexes.

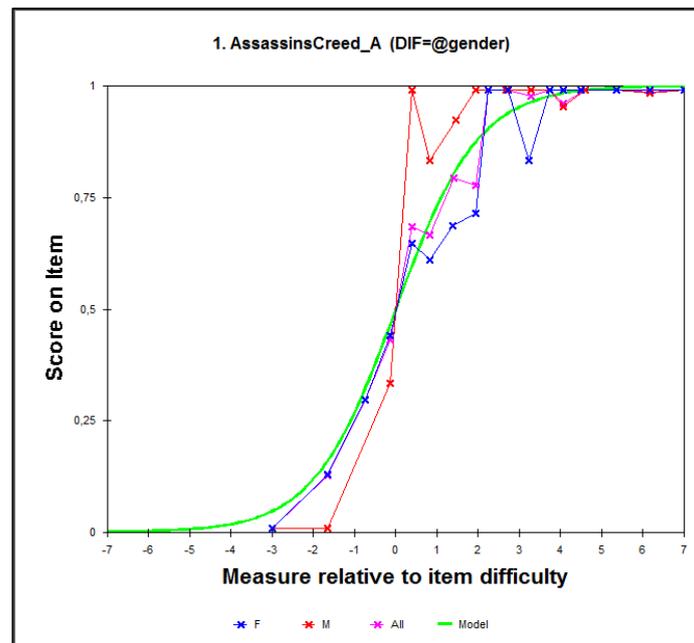


Figure 50 : Représentation graphique du fonctionnement différentiel de l’item 1 : *Assassin’s Creed* avec les performances pour les Hommes, les Femmes et l’ensemble de l’effectif (score obtenu à l’item en fonction de sa difficulté pour le répondant)

4.1.5.2 Fiabilité de la mesure

4.1.5.2.1 Index de séparation des individus (Person Separation Index) :

Les indices de fiabilité statistique sont souvent énoncés dans la littérature comme étant des caractéristiques invariables d’une échelle de mesure (Liu, 2010). En réalité, ils ne le sont pas. Ces indices dépendent non seulement des modalités de construction du test, mais également de la distribution des répondants issus de l’échantillon testé (Laveault et Grégoire, 2014). De manière conventionnelle, seul l’indice de fiabilité de séparation des individus est indiqué, mais l’index de séparation des items peut également s’avérer être un indicateur pertinent. Ils permettent de rendre compte de la façon dont l’échantillon de répondants est réparti sur le panel d’items en fonction de leur difficulté sur l’ensemble de la mesure du test. Ainsi, ils contribuent à définir une variable significative. Dans l’application du modèle de Rasch, les tests et graphes permettent d’évaluer la correspondance des données avec le modèle. Comme

nous l'avons vu, certains des tests sont globaux tandis que d'autres se focalisent spécifiquement sur l'item ou sur les répondants au travers de leurs réponses. Certains tests d'ajustement fournissent des informations sur les items qui permettent d'obtenir une fiabilité acceptable du test, en écartant ou corrigeant les items non acceptables. Dans le modèle de Rasch, **l'index de séparation des individus** présente des propriétés analogues à un indice de fiabilité. Il est comparable à l'alpha de Cronbach. L'un comme l'autre sont des indices constitués à partir d'une estimation de la part de variance sans erreur de la distribution relative à la somme de cette même variance et des erreurs de mesure dans cette estimation. Il s'agit d'un rapport entre la somme de la séparation réelle (observée) et la séparation incluant l'erreur de mesure. En l'occurrence, il faut s'avoir que les erreurs de mesure ne sont pas uniformes sur l'ensemble du test, mais vont varier en fonction des scores, et seront plus grandes pour les réponses extrêmes.

Concrètement, ces index de fiabilité des individus et des items vont avoir des implications diverses sur le test évalué, et permettent de considérer **le niveau de reproductibilité de la mesure relative du test**. Un index de fiabilité élevé des personnes ou des items signifiera qu'il existe une forte probabilité que les personnes ou les items estimés avec des mesures élevées ont effectivement des mesures plus élevées que les personnes ou items avec des mesures faibles. Pour un index de fiabilité des individus élevés, il est important de tester un échantillon avec l'aptitude évaluée la plus large possible et un effectif important. Il est également crucial de tester une échelle avec un nombre d'items suffisant. Pour un index de fiabilité des items élevé, il faut mettre au point un test avec des items qui s'étendent sur une envergure de difficulté suffisamment large ; la taille de l'échantillon a également ici un effet sur la fiabilité.

Pour ce qui concerne **l'index de séparation des personnes**, qui permet de faire un classement des répondants, celui-ci doit être compris entre 0.8 et 3 (Liu, 2010). Lorsque l'index est trop faible, il peut être interprété comme impliquant que le test n'est pas suffisamment sensible pour faire la distinction entre les répondants ayant obtenus un score élevé au test et ceux ayant obtenus un score faible. Dans un tel cas de figure, il est nécessaire d'ajouter des items.

Pour ce qui concerne **l'index de séparation des items**, qui permet de vérifier la hiérarchie des items en fonction de leur difficulté, celui-ci doit être compris entre 0.9 et 3. Lorsque l'index

est trop faible, cela signifie que l'échantillon de répondants n'est pas suffisamment large pour confirmer la hiérarchie de la difficulté des items du test.

SUMMARY OF 554 MEASURED (NON-EXTREME) Person									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	MNSQ	INFIT ZSTD	MNSQ	OUTFIT ZSTD	
MEAN	11.2	20.0	.42	.75	.99	.1	.95	.1	
P.SD	6.5	.0	2.54	.19	.27	.8	1.06	.8	
S.SD	6.5	.0	2.54	.19	.27	.8	1.06	.8	
MAX.	19.0	20.0	3.74	1.10	2.50	3.5	9.90	4.5	
MIN.	1.0	20.0	-4.08	.54	.33	-2.3	.18	-1.5	
REAL RMSE	.81	TRUE SD	2.41	SEPARATION	2.99	Person	RELIABILITY	.90	
MODEL RMSE	.77	TRUE SD	2.42	SEPARATION	3.13	Person	RELIABILITY	.91	
S.E. OF Person	MEAN = .11								
MAXIMUM EXTREME SCORE: 59 Person 9.1%									
MINIMUM EXTREME SCORE: 34 Person 5.3%									
SUMMARY OF 647 MEASURED (EXTREME AND NON-EXTREME) Person									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	MNSQ	INFIT ZSTD	MNSQ	OUTFIT ZSTD	
MEAN	11.4	20.0	.53	.91					
P.SD	7.1	.0	3.04	.43					
S.SD	7.1	.0	3.04	.43					
MAX.	20.0	20.0	5.02	1.87					
MIN.	.0	20.0	-5.42	.54					
REAL RMSE	1.03	TRUE SD	2.86	SEPARATION	2.79	Person	RELIABILITY	.89	
MODEL RMSE	1.00	TRUE SD	2.87	SEPARATION	2.85	Person	RELIABILITY	.89	
S.E. OF Person	MEAN = .12								
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99									
CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .96 SEM = 1.46									
SUMMARY OF 20 MEASURED (NON-EXTREME) Item									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	MNSQ	INFIT ZSTD	MNSQ	OUTFIT ZSTD	
MEAN	369.6	647.0	.00	.13	1.00	.0	.98	-.1	
P.SD	88.2	.0	1.59	.01	.08	1.1	.20	.7	
S.SD	90.5	.0	1.63	.01	.08	1.1	.20	.7	
MAX.	529.0	647.0	2.01	.16	1.16	2.0	1.38	1.1	
MIN.	248.0	647.0	-3.09	.12	.90	-1.3	.51	-1.4	
REAL RMSE	.13	TRUE SD	1.58	SEPARATION	11.73	Item	RELIABILITY	.99	
MODEL RMSE	.13	TRUE SD	1.58	SEPARATION	11.92	Item	RELIABILITY	.99	
S.E. OF Item	MEAN = .36								
Item RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -1.00									
Global statistics: please see Table 44.									
LMEAN=.0000 USCALE=1.0000									

Figure 51 : Résultat de l'analyse dans **Winsteps** de l'index de séparation des items du test **TECEJV**

Indices de fiabilité des personnes incluant les valeurs de réponses extrêmes :

93 personnes (14.4% de l'effectif total) ont obtenu des scores extrêmes. 59 (9.1%) personnes ont obtenu des scores extrêmes élevés et 34 (5.3%) ont obtenus des scores extrêmes faibles.

En incluant ces scores, les analyses permettent de rendre compte des valeurs des index de fiabilité suivants :

- **Person reliability index = .90**
- **Person separation index = 2.99**

Indices de fiabilité des personnes excluant les valeurs de réponses extrêmes :

- **Person reliability index = .89**
- **Person separation index = 2.79**

Les indices de fiabilité des répondants ont des valeurs acceptables, ce qui permet de valider la capacité du test à discriminer efficacement les niveaux de compétences de répondants dans leur niveau d'expertise sur les connaissances encyclopédiques des jeux vidéo.

Indices de fiabilité des items :

- **Item reliability index = .99**
- **Item separation index = 11.73**

L'indice de fiabilité des items de .99 permet de considérer que la hiérarchie de la difficulté des items du test est bien marquée. Cependant, la valeur de l'index de séparation de 11.73 s'avère particulièrement élevée, ce qui pourrait s'interpréter comme une tendance du test à trop discriminer les items par rapport à leur difficulté, ce qui aurait pour conséquence de fortement dissocier les scores faibles des scores élevés. Une proportion de scores faibles et forts plus importante que la proportion de scores moyens/médians pourrait expliquer cette valeur importante de l'index de séparation des items.

Nombre d'items dans l'échelle	20
Nombre de participants validés	647
Synthèse des statistiques du test	
Moyenne = 11.43	Somme = 7393
Déviatoin standard = 7.07	Variance = 50.00
Coefficient d'asymétrie = -.33	Coefficient d'aplatissement = -1.46
Minimum = 0.00	Maximum = 20.00
Alpha de Cronbach = .96	Alpha standardisé = .96
Corrélation inter-items moyenne = .53	

Tableau 11 : Synthèse sur la cohérence interne du test TECEJV sur les 20 items

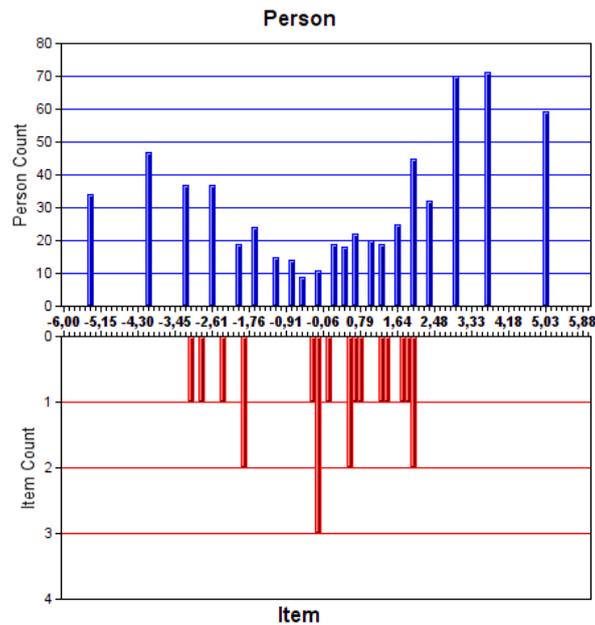


Figure 52 : Histogramme Personne/item de **Winsteps** sur le test **TECEJV** en 20 items. Tandis que l'effectif présente des scores à tendance extrêmes, les items du test ne ciblent pas suffisamment les répondants aux valeurs extrêmes.

4.2 Synthèse et conclusion sur la sélection des items du test d'expertise :

En partant d'un panel de 137 items, les analyses nous ont progressivement amené à la sélection des items les plus pertinents pour une mesure fiable de l'expertise en accord avec nos hypothèses théoriques. Ces items sélectionnés et validés sont au nombre de 20. Voici en synthèse, la procédure qui nous a conduits à nos conclusions sur la forme de notre échelle de mesure de l'expertise.

4.2.1 Analyses descriptives préalables du panel de 137 items

- Indice de discrimination de l'item

L'indice de discrimination permettait de déterminer la part de répondants faibles et forts pour chaque item. Cette étape nous a alors amené à rejeter **14 items** qui n'entraient pas dans les critères.

- R Point Biserial

Nous avons utilisé cet indice de corrélation pour étudier les liens entre les réponses pour chaque item du test et le score total de bonnes réponses des répondants. Cette 2^{ème} étape dans l'analyse des items nous a permis de rejeter **9 items**.

- Ecart-type

L'analyse de l'écart-type pour chaque item nous a permis d'obtenir des informations sur la répartition des répondants par rapport à leur score pour chaque item. Cette étape nous a permis de rejeter **5 items** déjà exclus par les étapes précédentes.

- Kurtosis/Asymétrie

Ces deux coefficients nous ont donné des informations importantes sur la distribution des réponses pour chaque item. Cette étape nous a permis de rejeter **9 items** déjà exclus par les étapes précédentes.

4.2.2 Application du modèle de Rasch

- **Critères d'ajustement**

Les données d'ajustement statistiques principales des items sont la moyenne résiduelle au carré (mean square residual : MNSQ) et la moyenne résiduelle au carré standardisée (standardized mean square residual : ZSTD). Ces deux indices sont établis à partir de la différence entre ce qui est observé et ce qui est supposé dans le modèle de Rasch (Liu, 2010 ; p.52). Dans l'analyse qui ressort de l'application du modèle de Rasch, deux méthodes permettent de faire la synthèse de ces deux indices sur l'ensemble des individus testés pour chaque item, permettant d'obtenir quatre indices d'ajustement. A partir des 4 indices INFIT et OUTFIT de MNSQ et ZSTD, il nous a donc été possible de déterminer quels sont les items à retenir. Cette étape nous a conduits à conserver **25 items**.

- **Unidimensionnalité**

Dans cette étape, il faut alors déterminer qu'il n'existe qu'un seul trait latent qui explique les caractéristiques des items. L'important ici est de vérifier si un facteur principal existe et explique la variance dans les réponses aux items (Stout, 1990). **5 items** n'entraient pas dans les seuils requis, ce qui nous amène à 20 items.

- Wright map

La « Wright Map » nous permet de constater comment chaque item va cibler les individus testés. Cela sous-entend que chaque item va plus ou moins cibler un niveau de compétences chez les répondants. Un bon panel d'items va cibler la distribution complète des niveaux de compétences des répondants. Globalement, l'analyse de la Wright Map nous permet de constater que les items sont bien répartis sur l'ensemble des compétences, à l'exclusion des niveaux de compétences extrêmement faibles et extrêmement élevés. Idéalement, il faudrait donc ajouter des items pour ces extrêmes, mais nous avons supposé que ce constat fût inhérent à la sélection de notre échantillon, composé de « Hardcore Gamers » d'une part, représentatifs des meilleurs scores, et de « Casual Gamers » d'autre part, représentatifs des scores les plus faibles. Étonnamment, nous pensons que notre échantillon ne représentait pas suffisamment le joueur moyen !

- Propriétés d'invariance des items et des individus

L'étude de l'invariance de l'item passe par l'analyse du fonctionnement différentiel de l'item (DIF pour « Differential Item Functioning »). En partant de l'hypothèse que tous les autres items fonctionnent de façon similaire pour les hommes et les femmes, est-ce que l'item 5 va fonctionner de façon équivalente pour les hommes et les femmes ? Pour étudier cela, il faut partir du principe qu'il y a deux difficultés pour l'item 5 -la difficulté pour les hommes, la difficulté pour les femmes-, tout en maintenant les autres difficultés d'items et les réponses des individus inchangées. Concernant l'analyse du fonctionnement différentiel de chaque item (DIF), nous constatons dans les analyses que ces derniers présentent des caractéristiques globalement similaires pour les deux sous-échantillons Hommes et Femmes. Néanmoins, l'analyse du fonctionnement de chaque item pris indépendamment révèle des différences de comportement de l'item entre les hommes et les femmes. Encore une fois, nous pensons que

cette constatation est inhérente à notre échantillon. En effet, tandis que la majorité des « casual gamers » recrutés sont des femmes, les « hardcore gamers » recrutés sont des hommes.

- Fiabilité de la mesure

Ces index de fiabilité des individus et des items ont des implications diverses sur le test évalué, et permettent de considérer **le niveau de reproductibilité de la mesure relative du test**. Un index de fiabilité élevé des personnes ou des items signifie qu'il existe une forte probabilité que les personnes ou les items estimés avec des mesures élevées ont effectivement des mesures plus élevées que les personnes ou items avec des mesures faibles. L'analyse de l'index de séparation des individus (Person Separation Index) et de l'index de séparation des items (Item Separation Index) montre des seuils globalement acceptables.

4.3 Conclusion et limites :

Finalisation d'un test d'expertise composé de 20 items :

La démarche statistique utilisée a permis d'affiner la mesure de l'expertise, en sélectionnant les items les plus pertinents et en accord avec la mesure de l'expertise telle que définie dans la littérature. En partant de la conception de l'expertise sous l'angle de la mémoire, au travers des modèles de la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1981), de la mémoire de travail à long terme (Kintsch et Ericsson, 1995) et de la mémoire encyclopédique (Lieury et al., 1991), nous avons été amenés à proposer l'hypothèse que nous pourrions différencier un expert d'un novice dans les jeux vidéo sur la base d'un test de mémoire, composé de questions à choix multiples. Nous avons alors émis l'idée de proposer des questions qui présentent une capture d'écran d'un jeu vidéo en pleine phase de jeu, auquel le répondant doit faire correspondre le titre du jeu parmi les 3 proposés. Nous avons développé 137 items sur ce modèle qu'il a fallu tester pour déterminer quels sont les items à retenir pour une mesure fiable de l'expertise. Une analyse en deux étapes a permis de réaliser ce travail : une première sélection par l'étude

des propriétés des items et des réponses via une analyse descriptive, et une deuxième étape consistant en l'application du modèle de Rasch.

En appliquant cette méthodologie de travail, les analyses ont permis de conclure que le test d'expertise sur les connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo est désormais finalisé au niveau de la sélection des items. Suite à ce travail, nous avons pu confirmer la structure stable de notre test d'expertise par l'analyse de la fidélité. **Notre test d'expertise final se compose donc de 20 items sur le panel initial testé de 137 items.**

Liste des 20 items retenus pour la version finale du test d'expertise
<i>Assassins Creed</i>
<i>Battlefield 3</i>
<i>Conduit 2</i>
<i>Cthulhu Saves the World</i>
<i>Diablo III</i>
<i>Drakensang The Dark Eye</i>
<i>Eve Online</i>
<i>God of War III</i>
<i>Grand Theft Auto Episodes From Liberty City</i>
<i>Harvest Moon Parade des Animaux</i>
<i>Kirby Au Fil de l'Aventure</i>
<i>Mount & Blade</i>
<i>Orcs Must Die</i>
<i>Risen</i>
<i>S.T.A.L.K.E.R. Shadow of Chernobyl</i>
<i>Skylanders Spyro's Adventure</i>
<i>The Last Story</i>
<i>Total War Shogun 2</i>
<i>Versus La Guerre du Son</i>
<i>ZenoClash Ultimate Edition</i>

Tableau 12 : Présentation de la liste des items retenus pour le test d'expertise TECEJV (Pour plus de détails concernant la composition de chaque item : [lien vers le test](#))

4.4 Limites de notre analyse sur la sélection des items du test TECEJV:

Nous devons mentionner le fait que plusieurs contraintes manifestement liées aux caractéristiques de notre échantillon sont apparues. Comme nous l'avons mentionné

plusieurs fois au cours de l'analyse des items, certains phénomènes inhérents aux caractéristiques de notre échantillon sont ressortis, notamment au niveau de la Wright Map, et de l'étude des propriétés d'invariance des items et des individus. En effet, au niveau de la sélection des répondants à l'université, nous avons observé que notre échantillon était surtout composé de femmes, et surtout que la pratique des jeux vidéo de la majorité des participants était en moyenne faible. A contrario, au niveau de la sélection des répondants en ligne via les réseaux sociaux, nous avons observé que ces derniers étaient surtout des hommes, avec une pratique des jeux vidéo en moyenne élevée. La distribution trouvait alors un équilibre en matière d'expérience dans les jeux vidéo mais avec une dépendance liée au sexe. Nous pensons donc que la sélection de notre échantillon aurait pu être plus rigoureuse, avec une sélection plus homogène des répondants en fonction de leur expérience de jeu, et ce indépendamment de leur sexe, de leur âge, etc.

Par ailleurs, la démarche de construction de notre test d'expertise nécessaire devra être régulièrement mise à jour. En effet, le panel d'items devra être renouvelé de façon à être adapté aux répondants, qui ont des pratiques du jeu vidéo qui évoluent rapidement. Car les jeux vidéo ont un succès relativement éphémère. En général, un jeu vidéo va être utilisé plus ou moins longtemps notamment en fonction de sa durée de vie et de la catégorie de jeu. Celui-ci sera alors utilisé en moyenne quelques mois, et rarement au-delà d'une année. Malgré tout, certains jeux vidéo sont devenus intemporels et universellement connus, à l'image de titres comme *Mario Bros* ou encore *Tetris*. Mais dans la majorité des cas, une fois les jeux terminés, ces derniers sont vite remplacés sur le marché par de nouvelles éditions plus évoluées au niveau Gameplay, plus détaillées au niveau graphismes et environnement de jeu. Le marché est donc en constante évolution sur une même plateforme, ce qui nous amène à penser qu'il sera nécessaire de renouveler le panel d'items, afin de s'adapter au marché et à la pratique des jeux vidéo de façon à proposer des questions en mesure de permettre une bonne évaluation des niveaux d'expertise. En outre, les plateformes de jeux vidéo étant elles-aussi renouvelées, il faut également considérer qu'à chaque nouvelle génération de consoles, de nouveaux jeux vidéo viendront remplacer les anciens jeux vidéo les plus populaires. Et justement, les supports de jeux vidéo se sont grandement diversifiés depuis quelques années, avec la popularité grandissante des dispositifs mobiles de type smartphones ou tablettes utilisés comme une console de jeux vidéo. En l'état actuel, notre test de mesure de l'expertise

sur les jeux vidéo néglige totalement cet aspect de la pratique du jeu vidéo, car le temps nécessaire au développement et à la validation de notre outil a permis un renouvellement du marché du jeu vidéo, tant sur les jeux vidéo que sur les supports, tout bonnement exponentiel ! Cependant, notre travail nous a permis de mettre en place toute la méthodologie nécessaire pour la conception successive d'un test de mesure de l'expertise dans les jeux vidéo à jour, comptabilisant l'évolution du marché des jeux vidéo et des supports. Nous pensons que les versions ultérieures de notre test devront prendre en compte ces évolutions, en intégrant des jeux vidéo issus de toutes les plateformes qui se sont manifestées et popularisées ces dernières années, telles que les dispositifs mobiles.

Ventes annuelles de PC portables, tablettes et smartphones

Source : Panels Distributeurs, GfK Consumer Choices

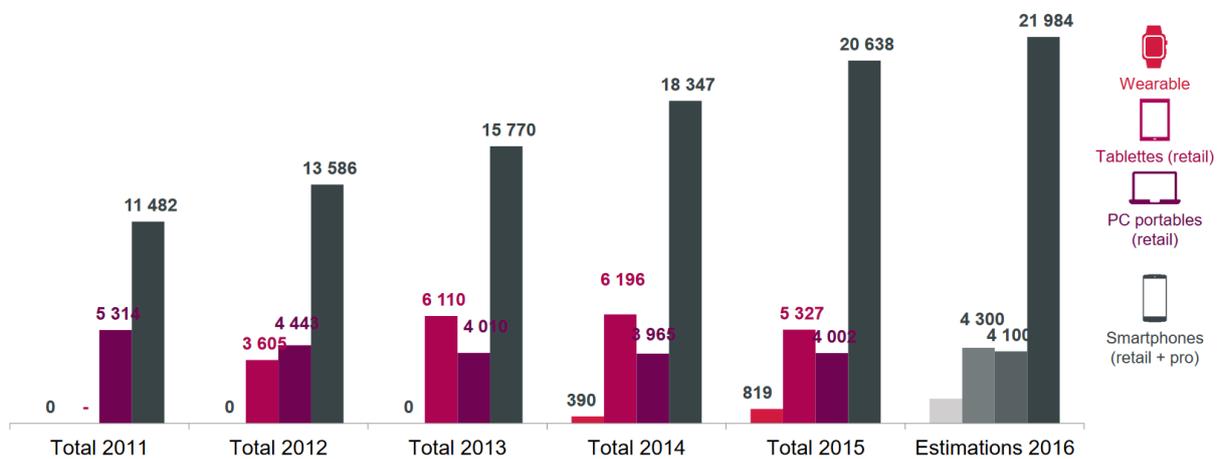
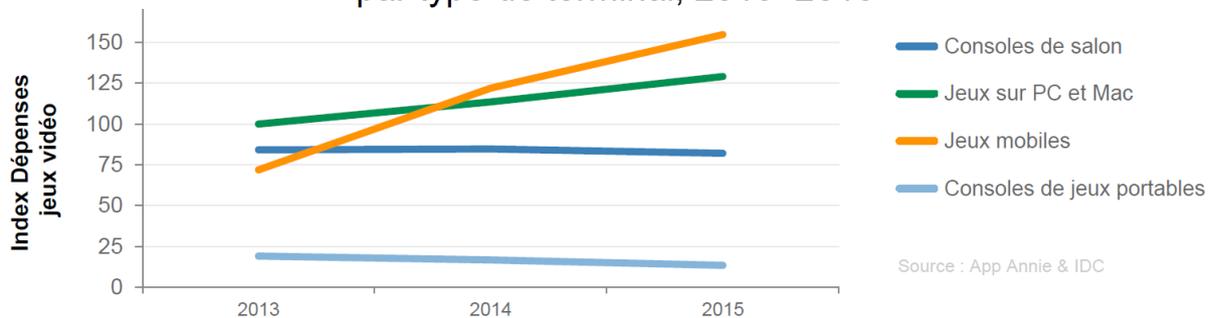


Figure 53 : Les ventes annuelles de dispositifs numériques montrent une progression très nette des smartphones, tandis que les autres dispositifs mobiles stagnent. Notez que la vente de PC portable est en recul, traduisant une possible mutation des usages (Baromètre trimestriel du Marketing Mobile en France 2^{ème} trimestre 2016).

Dépenses en jeux vidéo dans le monde par type de terminal, 2013–2015



- Les totaux incluent les ventes de jeux sur supports physiques et dématérialisés, hors recettes publicitaires.
- Les jeux mobiles incluent tous les app stores (App Store iOS, Google Play, Windows Phone Store, Amazon, Samsung Galaxy et stores tiers Android).
- Sont compris dans le total des consoles de salon les supports physiques, les jeux dématérialisés et les jeux sur abonnement (Xbox Live et PlayStation Plus).

Figure 54 : La vente de jeux vidéo sur mobile a dépassé les ventes sur consoles de salon et sur PC/Mac, avec une progression supérieure à tous les autres supports depuis 2013 (Tendances Gaming 2015, étude d'App Annie et IDC, mars 2016).

ETUDE 3 : VALIDATION DU TEST D'EXPERTISE TECEJV À PARTIR DE L'ÉVALUATION DE LA PRATIQUE DES JEUX VIDEO ET DES PERFORMANCES DE MÉMOIRE

L'objectif de cette étude est de vérifier **la validité** de notre test d'expertise. Autrement dit, nous souhaitons ici déterminer si notre test d'expertise final en 20 items dans sa structure finalisée, concorde avec la conceptualisation de l'expertise telle que nous l'avons définie en accord avec les modèle de la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1981), de la mémoire de travail à long terme (Kintsch et Ericsson, 1995) et de la mémoire encyclopédique (Lieury et al., 1991).

Le modèle de Rasch nous a permis d'isoler les caractéristiques de réponses aux items sélectionnés au trait latent, constitué de la difficulté de l'item et de l'aptitude du répondant à pouvoir répondre correctement à l'item. Autrement dit, en écartant toute autre variable que l'expertise du répondant comme explication de la mesure, la sélection de nos items nous a permis de valider le fait que seule l'expertise est la cause de la mesure du test, ce qui correspond à la **validité interne** de l'échelle de mesure.

L'application du modèle de Rasch nous a également permis de considérer que notre mesure est généralisable à la population que représentait notre échantillon sélectionné, ce qui correspond à la **validité externe**. Même si notre échantillon a présenté une certaine hétérogénéité sur certains aspects, notamment la relation entre le sexe et le score au test, l'effectif conséquent et la constitution de l'échantillon total par des biais complémentaires (université et réseaux sociaux) nous permet de supposer que notre échantillon est malgré tout suffisamment représentatif compte tenu du format de notre test.

La fiabilité du test et donc son caractère reproductible est également une étape que nous avons pu valider dans l'étude précédente, par l'analyse des index de fiabilité et de séparation des personnes et des items, l'Alpha de Cronbach ainsi que l'index KR-20, nous permettant de considérer la mesure de notre échelle comme étant consistante.

Au regard de la méthodologie à appliquer pour la validation d'un outil de mesure psychométrique, il nous reste donc à déterminer si le construit de notre test est valide. En

d'autres termes, nous souhaitons ici vérifier à quel point notre test permet une mesure adéquate du construit théorique que nous supposons mesurer, ce qui correspond à la **validité de construit**. Pour ce faire, nous avons mis en place dans cette étude deux protocoles pour lesquels deux méthodes de validité de construit ont été utilisées : la validité convergente et la validité prédictive. Premièrement, la validité convergente a été effectuée en comparant les scores obtenus au test d'expertise dans sa version finale, c'est-à-dire composé des 20 items validés, avec une série de questions portant sur l'expérience et le niveau de pratique des jeux vidéo présentées aux répondants après la passation du test d'expertise. Ensuite, la deuxième étape de validité, c'est-à-dire la validité prédictive a été mise au point en vérifiant si notre test d'expertise était en mesure de prédire les résultats obtenus à un test de mémoire composé d'une tâche de reconnaissance et de rappel indicé. Ce test de mémoire se présente sous la forme d'une grille d'icônes de jeux vidéo avec leur mot associé dont le participant doit être en mesure de mémoriser les deux aspects, afin d'identifier dans la tâche de reconnaissance les icônes issus de la liste présentée initialement mélangés parmi des icônes pièges, et de retrouver les mots associés aux icônes de la liste initiale dans une deuxième étape de rappel indicé. Dans une condition contrôle, un deuxième test de mémoire construit sur le même format que le test de mémoire basé sur des icônes de jeux vidéo est proposé, mais cette fois-ci celui-ci est composé d'icônes de signalisation maritime. Nous supposons ici que notre test d'expertise devrait pouvoir prédire les performances au test de mémoire mais uniquement dans sa version composée d'icônes de jeux vidéo.

1. Etude A : Validité du test TECEJV à partir des données des répondants sur leur expérience de jeu :

1.1 Objectif :

L'objectif de cette étape est de déterminer s'il y a une convergence entre la mesure de notre test d'expertise composé de 20 items sélectionnés via le modèle de Rasch et une suite de questions portant sur la pratique des jeux vidéo. Si la mesure de notre test d'expertise est valide, nous devrions en effet observer que celle-ci est significativement corrélée avec les réponses aux questions portant sur l'expérience dans les jeux vidéo et leur fréquence d'utilisation.

1.2 Population :

Cette première étape de validation sur le panel final de l'échelle d'expertise en 20 items a été réalisée à partir d'un échantillon de **403 participants** avec une moyenne d'âge de 30.2 ans (EC=7.44), composé de 343 hommes et 60 femmes. Il s'agit de la même part des participants recrutés en ligne pour l'étude 1 sur la validation du test TECEJV pour l'analyse de Rasch. Le recrutement des participants a été effectué via les réseaux sociaux (*Twitter, Viadeo et LinkedIn* principalement) et d'autres plateformes de diffusion, tels que la plateforme du *RISC*.

1.3 Procédure :

Les participants ont répondu au test en ligne sur un ordinateur via le logiciel de saisie de questionnaire *LimeSurvey*. En plus du test d'expertise, les participants devaient répondre à des questions complémentaires concernant leur âge, sexe, niveau d'étude et surtout des questions portant sur leur pratique des jeux vidéo.

1.4 Résultats :

Notre première analyse a consisté à établir une matrice de corrélation entre le score au test d'expertise calculé sur la base des recommandations de Laveault et Grégoire (2014) présentée précédemment dans l'étude 2 et les questions portant sur l'expérience dans les jeux vidéo (mesurée en année) et la fréquence hebdomadaire sur les participants (mesurée en heure).

	Niveau d'étude	Nombre d'années d'expérience dans les jeux vidéo	Fréquence de sessions de jeu vidéo par semaine	Age	Sexe
Score au test TECEJV	0.02	0.38	0.18	0.03	0.37

Tableau 13 : Résumé de la corrélation entre le score du test TECEJV par rapport à l'usage des jeux vidéo, l'âge et le sexe des participants.

Nous observons dans l'étude de la corrélation entre le test TECEJV et les différentes caractéristiques complémentaires de nos participants sur leur usage des jeux vidéo (cf. **tableau 1** ci-dessus) 3 corrélations significatives faibles à modérées (Cohen, 1988). Premièrement, le score au test d'expertise TECEJV est bien corrélé avec le nombre d'années d'expérience dans les jeux vidéo ($r=.38$; $p<.05$). Nous avons bien une convergence entre la

mesure de notre test composé de 20 items et les réponses des participants concernant leur expérience dans les jeux vidéo. Ce premier constat va dans le sens d'une validation convergente de notre test d'expertise. Deuxièmement, nous observons une corrélation significative ($r=.18$; $p<.05$) entre le score au test d'expertise et la fréquence des sessions de jeux vidéo comptabilisées pour une semaine. Celle-ci est néanmoins plus faible. Enfin, nous observons que le score au test d'expertise et le sexe sont corrélés au sein de notre échantillon de participants ($r= .37$; $p<.05$). Les données observées mettent effectivement en évidence le fait que les scores des hommes au test d'expertise sont en moyenne plus élevés que les scores des femmes. Notons que notre effectif est majoritairement composé d'hommes (85% d'hommes pour 15% de femmes).

1.5 Discussion sur la validité du test TECEJV à partir de l'expérience et la fréquence dans les jeux vidéo

La mesure du test d'expertise converge avec l'expérience de jeu et dans une moindre mesure, la fréquence d'utilisation des jeux vidéo. Ces résultats concordent tout à fait avec les hypothèses sur l'émergence et le développement de l'expertise, qui se construit par la pratique d'une activité et l'expérience accumulée. Nous sommes donc en mesure à partir de cette première analyse sur la validation de notre test de considérer que celui-ci propose une mesure pertinente de l'expertise dans les jeux vidéo.

2. Etude B : Validation prédictive du test d'expertise à partir d'un test de mémoire

Cette étape de validation consiste à vérifier le caractère prédictif de notre échelle de mesure de l'expertise dans les connaissances sur les jeux vidéo dans sa version finalisée en 20 items par rapport à un test de mémoire sur des éléments de jeux vidéo. Les répondants devaient tout d'abord répondre au test d'expertise pour ensuite passer le test de mémoire, soit dans sa version composée d'icônes de jeux vidéo (condition expérimentale), soit dans sa version composée d'icônes de signalisation maritime (condition contrôle). Comme nous l'avons vu précédemment à propos de la théorie sur la mémoire chez l'expert (Chase & Simon, 1973), leur performance de mémoire ne devrait se différencier de celle des novices que dans leur domaine d'expertise. En effet, la pratique et l'expérience permet de développer des structures de récupération en MLT. Ces structures faisant le lien avec la MT induit progressivement, avec

l'entraînement et l'expérience, des capacités de récupération de l'information plus rapides et plus efficaces.

2.1 Problématique et hypothèse :

Les résultats au test d'expertise sur les jeux vidéo permettent-ils de prévoir les résultats à un test de mémoire sur les jeux vidéo conformément à ce que prévoient les conceptions théoriques sur l'expertise ? Nous émettons l'hypothèse que notre test d'expertise nous permet de prédire les performances de mémoire uniquement dans la condition du test de mémoire basé sur les icônes de jeux vidéo.

2.2 Population :

Notre effectif est composé de 106 participants de 1^{ère} année en psychologie avec une moyenne d'âge de 19.24 ans (EC = 2.03), avec 86 femmes (81.14% de l'effectif total) et 20 hommes (18.86% de l'effectif total).

2.3 Méthodologie :

Nous avons dans un premier temps réalisé l'étude à partir du panel initial de notre test d'expertise composé de 137 items. Les résultats allant dans le sens de nos hypothèses, il nous semblait intéressant de conserver ces derniers et de les comparer avec ceux que nous avons obtenus par la suite à partir de l'échelle d'expertise finalisée TECEJV composée de 20 items.

2.3.1 Test d'expertise TECEJV :

Dans cette étude nous avons dans un premier temps retenu l'ensemble des 137 items de notre panel initial d'items pour la mesure de l'expertise, ce qui nous permettait d'obtenir un score calculé sur la base des mêmes recommandations de calcul du score de Laveault et Grégoire (2014) que nous avons présenté précédemment dans l'étude 2. Puis nous avons enfin utilisé notre test d'expertise TECEJV en 20 items avec un score obtenu selon les mêmes modalités.

2.3.2 Test de mémoire sur les icônes de jeux vidéo

Le test de mémoire sur les icônes de jeux vidéo utilisé dans cette étude est identique à celui construit et présenté dans l'étude 2, composé d'une tâche initiale d'apprentissage, une tâche de reconnaissance et une tâche de rappel indicé.

2.3.3 Test de mémoire sur les icônes contrôle

Pour la construction de ce test, les mêmes modalités de construction que le test de mémoire composé d'icônes de jeux vidéo de l'étude 2 ont été appliquées, en choisissant un panel d'icônes issues d'une thématique sans aucun rapport avec les jeux vidéo.

Nous avons sélectionné 20 icônes issues de la **signalisation maritime** avec leur mot associé pour créer la **liste initiale**. Ces icônes de signalisation maritime sont issues du **code international des signaux flottants maritimes**, qui permettent de communiquer en mer quel que soit la langue parlée. Il s'agit donc d'un code international. Ces signes sont présentés par le biais de drapeaux flottants sur les navires en mer. Chaque signe correspond à une lettre et a également un sens spécifique. La combinaison de ces drapeaux permet également de former un autre signal spécifique.



Figure 55 : La liste des signaux du code international des signaux flottants, leur lettre et leur signification associés.

Nous avons ensuite créé une liste de 40 icônes de signalisation maritime dans laquelle nous avons intégré les 20 icônes de la liste initiale pour la **tâche de reconnaissance**. Puis nous avons repris la liste des 20 icônes de la liste initiale que nous avons randomisée et laissé sans leur mot associé pour la **tâche de rappel indicé**. Ce sont donc strictement les mêmes étapes que dans la condition expérimentale qui sont proposées dans cette condition contrôle.

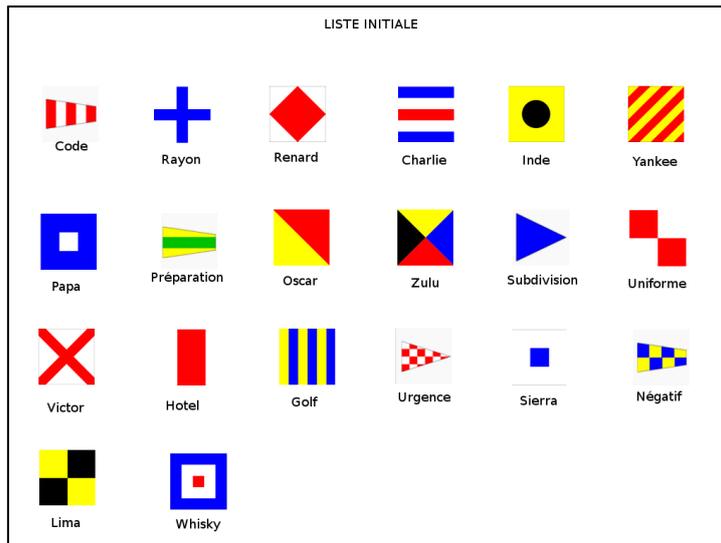


Figure 56 : La liste initiale du test de mémoire pour la condition contrôle. Nous avons reproduit le même format de présentation pour l'ensemble du test.

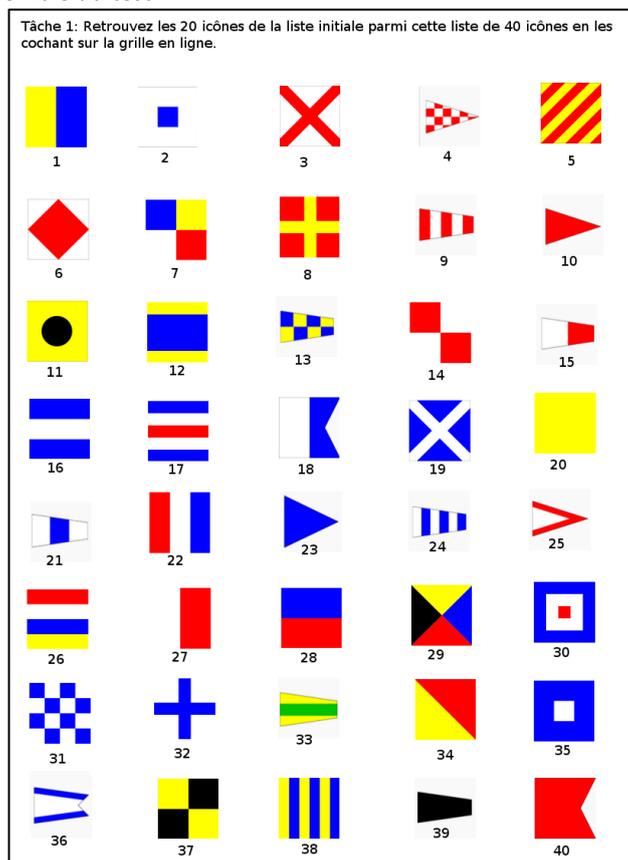


Figure 57 : La liste pour la 1^{ère} tâche au test de mémoire pour la condition contrôle : la tâche de reconnaissance.

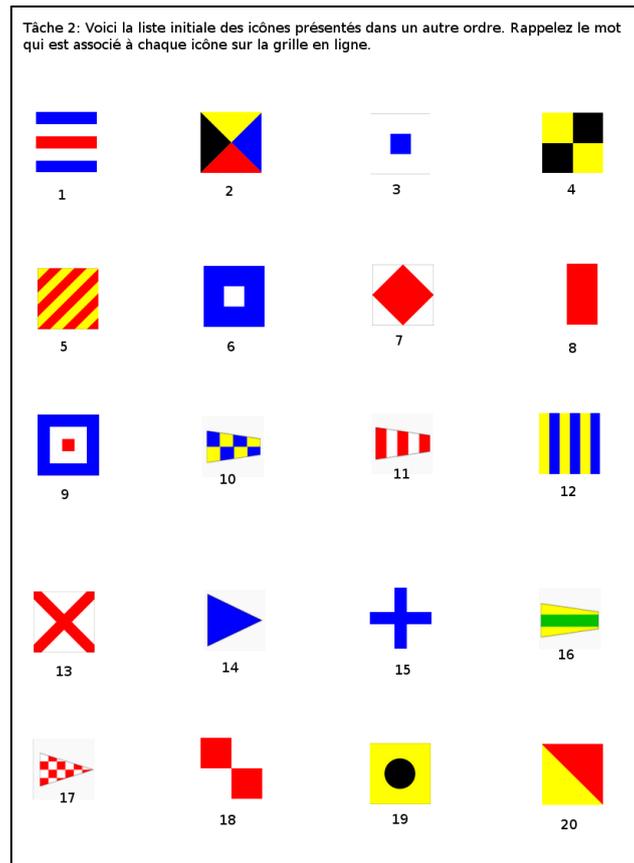


Figure 58 : La liste pour la 2^{ème} tâche au test de mémoire pour la condition contrôlée : la tâche de rappel indicé.

2.4 Objectif et hypothèses opérationnelles :

Dans cette étude nous souhaitons donc vérifier si notre test d'expertise nous permet de prédire les performances des participants au test de mémoire lorsque celui-ci porte sur les jeux vidéo. Autrement dit, nous souhaitons vérifier si le lien entre le test d'expertise et le test de mémoire ne se retrouve que lorsque le test de mémoire porte sur la même thématique, les jeux vidéo, conformément à la théorie de la mémoire experte, qui propose l'hypothèse qu'un individu expert dans un domaine ne présentera des performances de mémoire supérieure que dans le cas d'un test de mémoire qui porte sur son domaine d'expertise.

Plus concrètement, nous pensons que le score des individus au test d'expertise devrait prédire leur score au test de reconnaissance et de rappel indicé dans la condition du test de mémoire composée d'icônes de jeux vidéo. Les individus ayant obtenu un score faible au test d'expertise devraient également obtenir un score faible au test de reconnaissance et de rappel indicé. Inversement, les individus ayant obtenu un score élevé au test d'expertise devraient obtenir un score élevé au test de reconnaissance et de rappel indicé. Ces résultats ne

devraient pas se retrouver dans la condition contrôle. Nous ne devrions trouver aucune corrélation significative entre le score au test d'expertise et le score au test de reconnaissance et de rappel indicé lorsque le test de mémoire est composé d'icônes de signalisation maritime. Autrement dit, l'expertise devrait interagir en fonction des conditions expérimentales : dans le groupe contrôle la moyenne de rappel devrait être équivalente entre expert et non expert. Dans le groupe expérimental, le groupe d'expert dans les jeux vidéo devrait obtenir des performances significativement supérieures à celles du groupe non expert.

2.5 Contexte de l'étude :

L'expérimentation s'est donc déroulée le 9 Avril 2013 à l'université Paris Ouest Nanterre la Défense, dans une salle informatique dédiée aux passations expérimentales. La durée de cette étude était de 40 minutes environ. Sur les 106 participants à notre étude, 53 individus ont passé la condition expérimentale avec le test de mémoire composé d'icônes de jeux vidéo et 53 individus ont passé la condition contrôle avec le test de mémoire composé d'icônes de signalisation maritime. Les passations se sont déroulées par groupe de 12 en salle informatique. Chaque poste était partiellement isolé des autres par des panneaux de part et d'autre de manière à ce que les participants ne puissent pas voir les postes adjacents, afin d'éviter toute interaction.

2.6 Procédure :

L'expérience se déroule en 3 étapes, correspondant au test des 2 outils construits, à savoir le test d'expertise TECEJV dans un premier temps et le test de mémoire dans un deuxième temps, pour finir avec des questions complémentaires sur l'âge, le sexe, le niveau d'étude ainsi que **le niveau de connaissances sur la signalisation maritime**. L'ensemble de l'étude portant sur le thème des jeux vidéo, nous présentions tout d'abord aux participants le thème de l'étude, puis nous leur indiquions la durée de l'expérimentation d'environ 45 minutes, ainsi que les différentes étapes. Ensuite, chaque groupe de 12 participants démarraient l'expérience par l'un des 2 tests (test d'expertise ou test de mémoire), l'ordre de ces derniers ayant été contrebalancé sur l'ensemble des passations. Les participants répondaient aux deux tests via un ordinateur sur un site Internet dédié qui présentaient les consignes et les deux tests. Les réponses étaient donc saisies par ordinateur.

Pour le test d'expertise, celui-ci était entièrement mis en ligne sur *LimeSurvey*, comme nous l'avons présenté précédemment. Notez que celui-ci était accompagné de questions annexes sur l'expérience dans les jeux vidéo, dans la marine, et bien-sûr l'âge et le sexe.

Pour le test de mémoire, le matériel se présente cette fois sous la forme des documents images comme présentés précédemment, que le participant consultait sur le site web dédié. Il reportait ses réponses sur une page suivante présentant une grille dans laquelle il devait cocher les bonnes réponses. Il y avait dans un premier temps une phase d'apprentissage de 2 minutes via la liste initiale qui présente les 20 icônes et les mots associés à ces icônes. Ensuite, ils passaient la 1^{ère} tâche de reconnaissance et la 2^{ème} tâche de rappel indicé dans cet ordre fixé pour les deux conditions. Chacune des deux tâches ne pouvaient excéder les 2 minutes.

2.7 Les étapes de la procédure :

- *Etape 1 : Test d'expertise + questions complémentaires sur l'utilisation des jeux vidéo*
- *Etape 2 : Présentation de la liste initiale des icônes avec contrebalancement jeux vidéo/signalisation maritime*
- *Etape 3 : Tâche de reconnaissance et tâche de rappel indicé*

2.8 Résultats :

2.8.1 Test initial composé du panel brut de 137 items :

Notons que le niveau de connaissances sur la signalisation maritime a été récupéré pour chaque participant via la question : « Quel est votre niveau de connaissance sur la signalisation maritime ? » afin de nous assurer qu'il n'y avait pas d'experts dans le domaine maritime dans notre échantillon. Ainsi, nous avons pu nous assurer que ce n'était pas le cas, puisque l'ensemble de nos participants n'avait aucune connaissance dans le domaine.

Comme expliqué précédemment, nous avons tout d'abord réalisé une analyse des corrélations entre le score au test d'expertise composé du panel initial de 137 items avec les scores aux tâches de reconnaissance et de rappel indicé du test de mémoire. Puis, nous avons centré nos analyses sur le test d'expertise finalisé, composé des 20 items sélectionnés. Il nous semblait intéressant de procéder comme tel afin de pouvoir comparer le caractère prédictif

du test d'expertise brut, intégrant l'ensemble des items construits, et du test d'expertise finalisé, composé des items qui ont été retenus par l'application du modèle de Rasch.

Concernant la relation entre le score au test d'expertise brut composé de 137 items et le score aux tâches de reconnaissance et de rappel indicé du test de mémoire, nous avons choisi une analyse par régression permettant de vérifier le lien de cause à effet entre le score au test d'expertise et le score au test de reconnaissance et de rappel indicé dans la condition expérimentale présentant le test de mémoire composé d'icônes de jeux vidéo et la condition contrôle présentant le test de mémoire composé d'icônes de signalisation maritime.

Dans les deux types de test de mémoire, c'est-à-dire celui composé d'icônes de jeux vidéo et celui composé d'icônes de signalisation maritime (condition contrôle), la même méthodologie a été appliquée pour le calcul du score.

Pour le test de reconnaissance, nous avons pris en compte plusieurs modalités de réponses. Premièrement, nous avons enregistré les bonnes réponses, correspondant aux icônes de la liste initiale reconnus dans la liste des 40 icônes de cette 1^{ère} tâche de reconnaissance. Ensuite, nous avons enregistré les icônes choisies qui ne faisaient pas partie de la liste initiale, qui correspondent donc aux icônes pièges. Ce premier type de mauvaise réponse a été appelé « erreur ». Puis nous avons enregistré les icônes non cochées qui faisaient partie de la liste initiale. Ce deuxième type de mauvaise réponse a été appelé « omission ». Enfin, le score au test de reconnaissance a été établi en soustrayant les « erreurs » aux bonnes réponses. Nous n'avons donc pas pris en compte les « omissions » dans le calcul du score au test, considérant ce type d'erreur comme une « non-réponse ». Cependant, nous avons tenu compte de ce type d'erreur dans nos analyses indépendamment du score au test.

Pour le test de rappel, nous avons pris en compte plusieurs modalités de réponses également. Premièrement, nous avons enregistré les bonnes réponses, correspondant au mot qui était effectivement associé à l'icône dans la liste initiale. Ensuite, nous avons enregistré les erreurs, correspondant à une proposition de mot qui ne correspondait pas à celui qui était associé à l'icône dans la liste initiale. Puis nous avons enregistré les non réponses, correspondant à

l'absence de proposition de mot associé à l'icône. Enfin, le score au test de rappel indicé a été calculé en soustrayant les mauvaises réponses aux bonnes réponses.

Condition 1 (condition expérimentale): Test de mémoire basé sur des icônes de jeux vidéo

VI	Valeur	F	P	Etat-deux partiel	Puissance observée
Score au test TECEJV brut (137 items)	0,86	3,74	0,03	0,13	0,65

Tableau 14 : Test de significativité pour la condition 1 (condition expérimentale)

Scores au test de mémoire icônes de jeux vidéo	R multiple	R ² ajusté	SC modèle	SC résidus	F	P
Reconnaissance	0,28	0,06	206,2	2306,7	4,55	0,03
Rappel	0,31	0,06	101,3	925,3	5,58	0,02

Tableau 15 : Test de SC Modèle Complet vs. SC Résidus pour la condition 1 (condition expérimentale)

Dans la condition 1, la régression multiple nous permet de mettre en évidence une association positive entre le score d'expertise et la performance aux deux tâches du test de mémoire, pour la tâche de reconnaissance ($F=4.55$; $p<.05$) et pour la tâche de rappel indicé ($F=5.58$; $p<.05$), avec un intervalle de confiance à 95%. Nous avons bien un test d'expertise qui nous permet de prédire les performances de mémoire dans la condition expérimentale qui présente un test de mémoire composé d'icônes de jeux vidéo puisque les scores aux deux tâches –la tâche de reconnaissance et la tâche de rappel indicé- du test de mémoire varient en fonction du score au test d'expertise.

Condition 2 (condition contrôle): Test de mémoire basé sur des icônes de signalisation maritime

VI	Valeur	F	P	Etat-deux partiel	Puissance observée
Score au test TECEJV brut (137 items)	0,94	1,51	0,22	0,05	0,30

Tableau 16 : Test de significativité pour la condition 2 (condition contrôle)

VD Scores du test de mémoire	R multiple	R ² ajusté	SC modèle	SC résidus	F	P
Reconnaissance	0,03	0,00	1,82	1231,5	0,07	0,78
Rappel	0,19	0,03	24,08	578,5	2,12	0,15

Tableau 17 : Test de SC Modèle Complet vs. SC Résidus pour la condition 2 (condition contrôle)

Dans la condition 2, la régression multiple entre le score au test TECEJV et les 2 scores au test de mémoire basé sur les icônes de signalisation maritime n'est pas significative, que ça soit pour la tâche de reconnaissance ($F=0.07$; $p>.05$) ou pour la tâche de rappel indicé ($F=2.12$; $p>.05$). Il n'y a donc aucune association entre la mesure de notre test TECEJV et la performance au test de mémoire. Le test d'expertise n'est pas en mesure de prédire les performances de mémoire dans la condition contrôle, en accord avec nos hypothèses.

La relation entre le score au test d'expertise brut et le score aux tâches du test de mémoire est donc ici mise en évidence dans la condition expérimentale et rejetée dans la condition contrôle, conformément à nos hypothèses.

2.8.2 Test d'expertise finalisé TECEJV en 20 items

Nous avons ensuite poursuivi nos analyses en vérifiant le caractère prédictif du test d'expertise TECEJV composé de 20 items. Nous avons tout d'abord réalisé une matrice de corrélation en intégrant les différentes données constitutives du score au test d'expertise et les données des deux tâches du test de mémoire, à savoir le score à la tâche de reconnaissance et le score à la tâche de rappel indicé.

Données du test TECEJV	Moy.	SD	Score à la tâche de reconnaissance				Score à la tâche de rappel indicé			
			Bonnes réponses	Erreurs	Omission	Score	Non réponse	Bonne réponse	Mauvaise réponse	Score
Bonnes réponses	3.81	3.13	.27	-.03	-.33	.22	-.28	.34	-.05	.36
Mauvaises réponses	1.81	1.89	-.13	.15	.08	-.14	-.08	.13	-.06	.16
Score au test	2.00	3.13	.35	-.12	-.38	.31	-.23	.26	.00	.27

Tableau 18 : Matrice de corrélation pour la condition 1 : test de mémoire icônes de jeux vidéo

Dans la condition jeux vidéo, on constate qu'il y a globalement des corrélations significatives entre les différentes données du test d'expertise finalisé et les données aux tâches du test de mémoire. En particulier, le score au test d'expertise est significativement corrélé ($r=.31$; $p<.05$) avec la tâche 1 du test de mémoire : la tâche de reconnaissance et la tâche 2 du test de mémoire : rappel indicé ($r=.27$; $p<.05$). A noter, l'indice BR du test d'expertise est encore davantage corrélé avec la tâche 2 du test de mémoire : la tâche de rappel indicé ($r=.36$; $p<.05$).

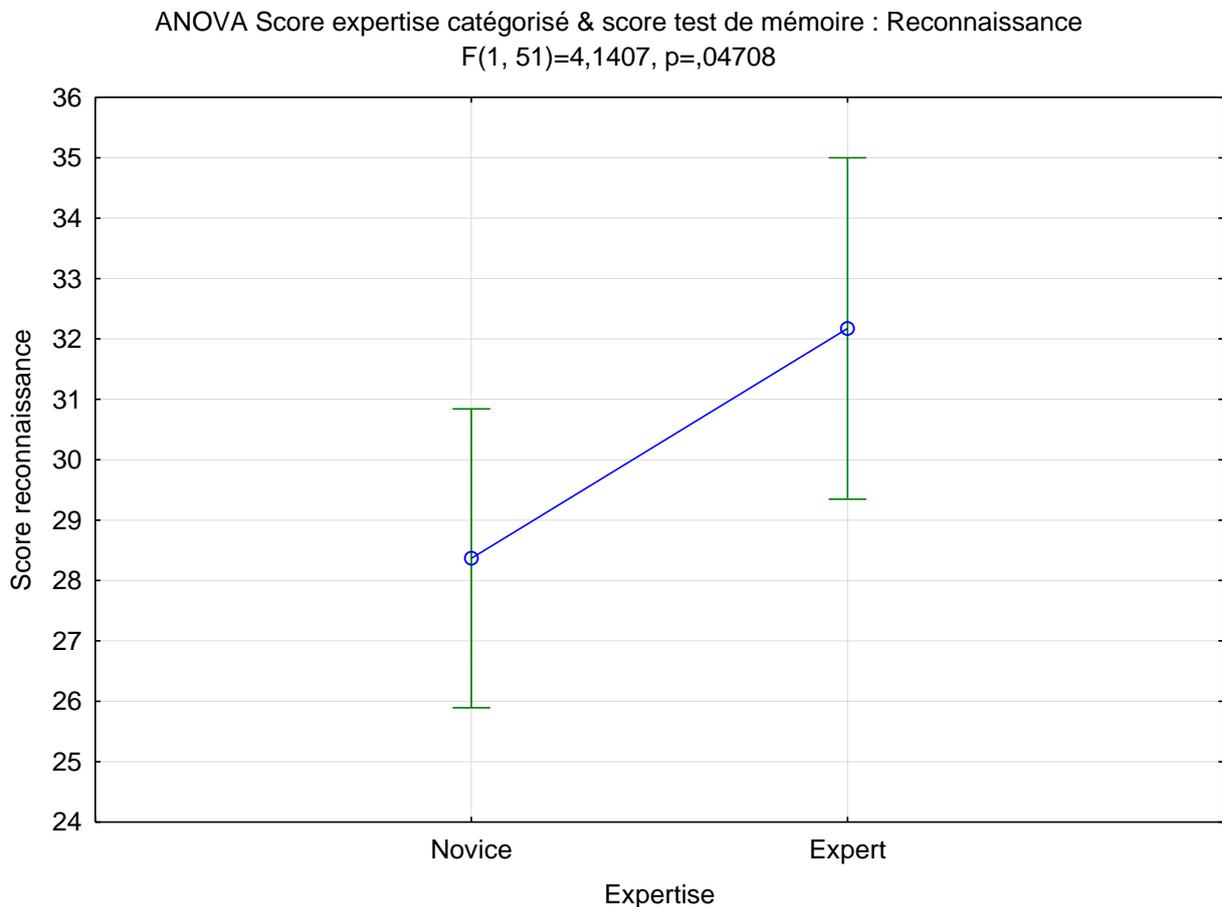
Données du test TECEJV	Moy.	SD	Score à la tâche de reconnaissance				Score à la tâche de rappel indicé			
			Bonnes réponses	Erreurs	Omission	Score	Non réponse	Bonne réponse	Mauvaise réponse	Score
Bonnes réponses BR	3,83	1,00	0,00	0,05	-0,02	0,02	0,10	-0,20	0,23	-0,26
Mauvaises réponses MR	1,28	0,24	0,02	0,13	-0,09	-0,02	0,02	-0,10	0,20	-0,17
Score au test (BR-MR)	3,73	0,94	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,09	-0,17	0,17	-0,22

Tableau 19 : Matrice de corrélation pour la condition 2 : test de mémoire icônes de signalisation maritime

Dans la condition contrôle, nous pouvons observer qu'il n'y a globalement pas de relation entre le test d'expertise finalisé et le test de mémoire, mis à part pour un élément : il y a une corrélation significative entre le score de bonne réponse au test d'expertise et le score au test de mémoire pour la tâche 2 : rappel indicé ($r= -.26$; $p<.05$). Néanmoins, puisque la corrélation est négative, cet élément non prévu dans nos hypothèses ne les rejette cependant pas, puisque le test d'expertise prédit les performances au test de mémoire uniquement dans la condition expérimentale, lorsque le test de mémoire est composé d'icônes de jeux vidéo, et surtout le test d'expertise présente des corrélations significatives positives uniquement avec le test de mémoire composé d'icônes de jeux vidéo. Autrement dit, lorsque le répondant obtient par exemple un score élevé au test d'expertise, il a une bonne chance d'obtenir un score également élevé au test de mémoire lorsque celui-ci est composé d'icônes de jeux vidéo, ce qui n'est plus le cas lorsque le test de mémoire est composé d'icônes de signalisation maritime.

Pour aller plus loin, nous avons procédé à des analyses de variance entre les données du test d'expertise TECEJV et les données du test de mémoire.

2.8.3 Pour la condition expérimentale :



La variable expertise mesurée à partir du score au test TECEJV est ici coupée en deux sur la médiane pour obtenir les deux catégories novices et experts.

Pour la relation entre le score au test d'expertise et la tâche 1 du test de mémoire : tâche de reconnaissance, l'analyse de variance est significative ($F(1,51) = 4.14 ; p < .05$) et montre bien que le score de reconnaissance croît en fonction du niveau d'expertise.

Pour la relation entre le score au test d'expertise et la tâche 2 du test de mémoire : tâche de rappel indicé, l'analyse de variance est non significative ($F(1,51) = 1.1 ; p > .05$) mais nous pouvons néanmoins constater la relation entre ces deux variables que nous avons pu observer

dans la matrice de corrélation au **Tableau 18** : le score de rappel indicé croit lorsque le score d'expertise augmente. En outre, la matrice de corrélation nous a permis de constater qu'il existe bien une relation significative ($r=.36$) entre le score de bonnes réponses au test TECEJV et le score au rappel indicé dans le test de mémoire. Il se peut également que ce résultat soit lié à l'ordre de passation, puisque la tâche de rappel indicé est la deuxième mesure effectuée dans le test de mémoire.

2.8.4 Pour la condition contrôle :

Dans la condition contrôle on constate que les analyses de variance entre le score d'expertise catégorisé et les scores du test de mémoire sont non significatives. L'analyse de variance entre l'expertise et le score de reconnaissance est non significative ($F(1,51) = 1.40 ; p > .05$) et montre une tendance du score de reconnaissance à décroître lorsque le niveau d'expertise augmente. De même, l'analyse de variance entre l'expertise et le score de rappel indicé est non significative ($F(1,51) = 2.33 ; p > .05$) et montre la même tendance du score de rappel indicé à diminuer lorsque le niveau d'expertise s'accroît.

2.9 Discussion :

Les premiers résultats portant sur le caractère prédictif de l'ensemble de nos items composant notre test d'expertise brut étaient convaincants puisqu'ils permettaient de démontrer que celui-ci ne permettait de prédire les scores au test de mémoire uniquement lorsque ces derniers comportaient des icônes de jeux vidéo. Autrement dit et conformément aux hypothèses sur la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1981), l'expertise dans un domaine donné-et dans le contexte de notre étude, les jeux vidéo- permet de développer des capacités de mémoire supérieures à celles d'un novice, mais uniquement lorsque le matériel à mémoriser concerne le domaine d'expertise propre. Nos résultats tendent à valider cette hypothèse puisque nous constatons que dans la condition contrôle, dans laquelle le test de mémoire est composé d'icônes de signalisation maritime, n'ayant donc aucun lien avec les connaissances dans les jeux vidéo, les performances de mémoire au test ne permettent plus de différencier les novices des experts.

La validité prédictive de notre test d'expertise finalisé, composé de 20 items se confirme également dans les résultats puisque nous observons une relation significative entre le test d'expertise et les scores au test de mémoire dans la condition expérimentale. Néanmoins il

faut souligner quelques limites dans nos résultats. Premièrement, il n'y a pas de résultat significatif sur l'analyse de variance entre le score au test d'expertise et la tâche de rappel indicé. Mais nous avons pu néanmoins confirmer la relation entre l'expertise et le score du rappel indicé au test de mémoire par le score de bonnes réponses au test d'expertise. Celui-ci montre bien que la performance au test de mémoire pour le rappel indicé est fonction du score de bonnes réponses au test d'expertise. Ensuite, nous avons obtenu une corrélation significative négative entre le score de bonne réponse au test d'expertise et le score de rappel indicé dans la condition contrôle, dans laquelle le test de mémoire est donc composée d'icônes de signalisation maritime. Nous pensons cependant que ce résultat ne remet pas en cause nos hypothèses sur la validité de notre test d'expertise puisque cette corrélation est négative. En effet, ce résultat signifierait que l'expertise mesurée par notre test permettrait de constater que le novice dans les jeux vidéo obtiendrait de meilleures performances de mémoire pour la tâche de rappel indicé sur des icônes de signalisation maritime, tandis que l'expert dans les jeux vidéo obtiendrait de moins bonnes performances pour la même tâche du même test de mémoire. Ce résultat permettrait au contraire de constater le fait que l'expert dans un domaine n'a effectivement aucun avantage sur le novice au niveau de ses capacités de mémoire lorsque le matériel à mémoriser est hors du domaine d'expertise en question.

ETUDE 4: L'EFFET DE L'EXPERTISE ET DU TYPE DE GAMEPLAY SUR L'EXPÉRIENCE-UTILISATEUR DANS LES SERIOUS GAMES

1. Présentation :

Cette étude a pour objectif de répondre à notre problématique générale, à savoir une compréhension approfondie de la relation entre l'expertise dans les jeux vidéo et les aspects motivationnels de l'expérience-utilisateur dans l'utilisation d'un Serious Game. A partir de nos travaux de construction et de validation de notre échelle d'intérêt pour les Serious Games IS2G et de notre test d'expertise TECJV (cf étude 1 et étude 2), nous avons la possibilité d'évaluer avec précision cette relation entre l'expertise dans les jeux vidéo et l'intérêt à jouer à des Serious Games. En parallèle avec la mesure de notre échelle d'intérêt pour les Serious Games IS2G, l'échelle de Flow pour les Serious Games **EduGameFlow**, et la **SPANE**, qui est une échelle de mesure de la valence émotionnelle, devraient nous permettre d'obtenir un grand nombre d'informations sur les aspects émotionnels de l'expérience-utilisateur du joueur dans les Serious Games. Ces échelles de mesure comprenant nos outils validés et d'autres outils de mesure complémentaires, nous ont donc permis de mettre au point cette dernière étude, afin de mettre à jour **la relation qui existe entre l'expertise d'une part et l'intérêt, le Flow et la valence émotionnelle, d'autre part.**

Pour ce qui concerne les Serious Games, nous avons opté pour une sélection de deux jeux vidéo portant sur la thématique de l'écologie et du développement durable, qui est une application particulièrement en vogue du Serious Game pour sensibiliser l'utilisateur le joueur, ou même l'éduquer à une conduite écologique. Par ailleurs, nous avons mis au point notre expérimentation autour de deux contextes de Gameplay spécifiques mis en place par les 2 Serious Games sélectionnés.

Le 1^{er} Serious Game est *ClimWay*, un jeu vidéo qui offre une expérience riche en information textuelle et imagée et peu de phase de *gaming* pur, puisqu'il s'agit d'un jeu de type *point & click*. Dans ce type de Serious Game, l'information à transmettre au joueur est la priorité, l'aspect ludique est secondaire.

Le 2^{ème} Serious Game est *Tri en Folie*, un jeu vidéo qui offre une expérience pauvre en information textuelle, et qui met en priorité l'aspect ludique par rapport à l'information utilitaire à transmettre au joueur. Ici le joueur doit faire preuve d'adresse pour parvenir à l'objectif, ce qui démontre que l'expérience de jeu et le fun, sont mis en avant par rapport à son aspect préventif et informatif.

Cette volonté de tester deux jeux au Gameplay variable nous permettra de mieux comprendre comment ce paramètre influence les aspects motivationnels de l'expérience-utilisateur en fonction de l'expertise des joueurs. Il met en lumière un aspect du Serious Game qui nous semble important de tenir compte : **l'ergonomie du jeu face à l'expertise du joueur**. En effet, nous pensons que les besoins des joueurs ne sont pas les mêmes en fonction de leur niveau d'expertise dans les jeux vidéo. Nous supposons que la motivation à jouer chez l'expert n'est pas équivalente chez le novice, et de ce fait, elle nécessite une stimulation adaptée, inhérente au jeu.

2. Hypothèses :

De manière globale, nous proposons l'hypothèse de l'existence d'une relation entre l'expertise dans les jeux vidéo et les aspects motivationnels de l'expérience-utilisateur dans les Serious Games. Autrement dit, nous pensons que l'expertise dans les jeux vidéo a un effet sur l'intérêt, le Flow et la valence émotionnelle dans le contexte d'utilisation d'un Serious Game. Par ailleurs, le Serious Game a pour but de stimuler l'intérêt situationnel par son cadre vidéoludique, et stimule l'intérêt individuel par la place importante de sa thématique. Mais nous pensons que celui-ci doit s'adapter au niveau de l'expertise du joueur, car un joueur novice n'aura pas les mêmes attentes en termes d'expérience vidéoludique. En effet, comme nous avons pu le voir, des paramètres tels que le niveau de difficulté, le challenge, et le *gameplay* implémentés dans le jeu doivent pouvoir s'adapter aux actions du joueur, et notamment à son niveau de performances, pour lui garantir une expérience optimale, assurée par des niveaux motivationnels et de Flow élevés dans une telle condition (Csikszentmihalyi, 1990 ; Orvis et al., 2008 ; Tobias & Fletcher, 2011). De ce fait, la motivation à jouer à un même jeu vidéo peut varier. D'après la littérature (Chen, 2007 ; Orvis et al., 2008), certains jeux vidéo vont davantage motiver des experts à poursuivre l'expérience tandis que d'autres ne vont pas stimuler leur motivation, et inversement chez le novice. Nous pensons que la primauté

donnée à l'aspect ludique ou à l'aspect utilitaire dans un Serious Game est un des paramètres qui entre dans ce cas de figure. C'est pourquoi nous avons voulu tester deux types de Serious Game : un Serious Game où l'aspect « Serious » est prioritaire sur le « Game » : *ClimWay*, et un Serious Game aux paramètres inverses, *Tri en Folie*.

Pour ce qui concerne l'effet de l'expertise sur l'intérêt, nous pensons qu'il influencera les dimensions individuelles et situationnelles de l'intérêt. L'intérêt devrait donc globalement varier en fonction de l'expertise.

Nous devrions observer une variation de la relation entre l'intérêt et l'expertise en fonction du type de jeu. Dans le cas du jeu *ClimWay*, nous émettons l'hypothèse que l'intérêt sera globalement plus élevé chez les novices, qui se retrouvent dans un contexte qui s'apparente peu à un jeu et davantage à un support d'information sur la thématique de l'écologie et du développement durable. Ce jeu ne demande aucune compétence particulière dans les jeux vidéo, mais seulement de l'intérêt pour la thématique abordée. Dans le cas du jeu *Tri en Folie*, nous pensons que l'intérêt sera globalement plus élevé chez les experts, car l'expérience proposée sera plus proche d'un jeu vidéo classique, avec du fun du challenge pour parvenir à l'objectif, l'aspect éducatif étant secondaire. Ces hypothèses nous amènent à penser que nous devrions observer **un effet d'interaction entre l'expertise et le type de jeu sur l'intérêt**.

Nous pensons que le Flow devrait globalement varier en fonction du niveau d'expertise dans les jeux vidéo. En outre, en fonction du jeu, nous supposons que la relation entre l'expertise et le Flow devrait varier, en particulier au niveau des sous dimensions du Flow.

Nous pensons que la valence émotionnelle devrait varier en fonction du niveau d'expertise dans les jeux vidéo.

3. Méthode :

3.1 Participants :

Nous avons réalisé plusieurs séries de passation afin d'obtenir un effectif total de 93 participants. Les passations se sont déroulées de façon strictement équivalente. L'ensemble des participants étaient compris dans une moyenne d'âge de 20.46 ans (EC= 5.39 ans) avec

une parité homme/femme de 19.3% (18 hommes) / 80.7% (75 femmes). Cette forte majorité de femmes est dû au contexte de recrutement : étant tous étudiants en licence de Psychologie, il y a une plus forte proportion de femmes.

3.2 Lieu de l'expérimentation :

Les passations se déroulaient à l'université Paris Ouest dans une salle dédiée aux expérimentations sur dispositifs informatisés.

3.3 Temps de passation :

Les passations duraient environ 1 heure selon le temps nécessaire pour les participants pour compléter chacun des tests et questionnaires de l'expérience. Le test du Serious Game durait 15 minutes, un compte à rebours étant lancé dès que le test du jeu démarrait.

3.4 Matériel :

La salle d'expérimentation était donc munie de 10 ordinateurs de même modèle, avec l'ensemble des périphériques (écran, clavier et souris) similaires également. Les participants prennent place dans des box individuels qui permettent d'isoler chaque participant afin d'éviter toute perturbation de la part des autres participants.

L'ensemble de l'expérimentation se déroulait sur un site web développé pour l'expérimentation³³. Au travers de 5 étapes, les différentes consignes sont données aux participants. Les données correspondantes aux différentes échelles de mesure étaient enregistrées par l'intermédiaire du site et pouvaient être exploitées directement par extraction de celles-ci à un format exploitable pour les analyses statistiques.

Les échelles de mesure présentées aux participants étaient la **MTES (Motivation Towards The Environment Scale)** en 24 items, l'échelle d'intérêt individuel en 6 items, le test d'expertise **TECJV** en 20 items, l'intérêt situationnel en 8 items, l'**EduGameFlow** en 56 items et enfin la **SPANES (Scale of Positive And Negative Experience)** en 12 items³⁴.

³³ Pour une consultation du site web conçu pour l'étude, [cliquez sur ce lien](#).

³⁴ Pour une consultation des différentes échelles, [cliquez sur ce lien](#).

Les deux Serious Games testés étaient *ClimWay* ou *Tri en Folie*. 46 participants ont joué à *ClimWay* et 47 participants ont joué à *Tri en Folie*. Vous trouverez en Annexes le détail de l'analyse de ces deux Serious Games.

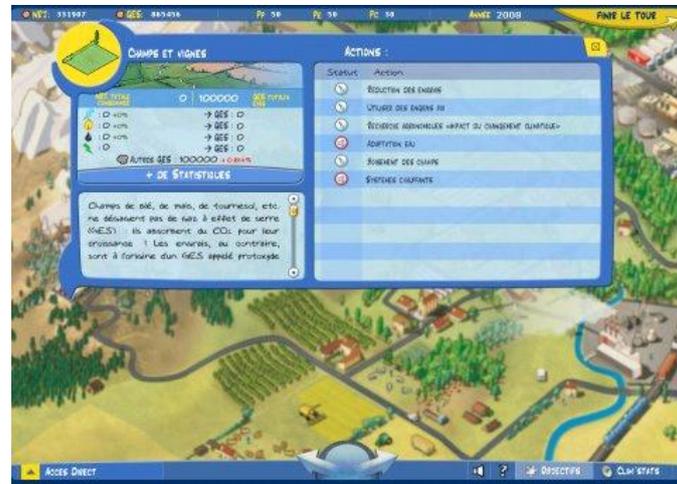


Figure 59 : Le Serious Game *ClimWay*



Figure 60 : Le Serious Game *Tri en Folie*

3.5 Procédure :

La passation démarrait par une présentation de la consigne, à savoir suivre les 5 étapes décrites par le site web. Dans une 1ère étape, les participants commencent par répondre au questionnaire **MTES** et au questionnaire d'intérêt individuel. En 2ème étape, ils passent le test d'expertise **TECEJV**. Ensuite, ils passent au test du jeu. Les participants se trouvent soit dans la condition du test de *ClimWay*, et testent le Serious Game pendant 15 minutes, soit dans la condition du test de *Tri en Folie* et testent le Serious Game durant 15 minutes également. Les

deux Serious Games sont accessibles via le site web dans une page du navigateur. En 4ème étape, ils répondent aux questionnaires **EduGameFlow**, intérêt situationnel et la **SPANÉ**. Pour terminer, ils répondent à quelques questions complémentaires sur leur âge, sexe, niveau d'étude et expérience et pratique dans le domaine des jeux vidéo et de l'utilisation d'outils informatiques.

4. Résultats

Nous avons tout d'abord effectué une matrice de corrélation afin d'observer les relations entre le score d'expertise et les différentes mesures effectuées dans notre expérimentation. Pour une consultation détaillée, voici un lien vers les matrices de corrélations en Annexes.

Le score au test TECEJV a été préalablement catégorisé en 4 classes à partir des quartiles : **Novice, Débutant, Confirmé, et expert**. Ce choix en 4 classes nous a semblé être le bon compromis entre la volonté de résumer les données de façon à pouvoir les visualiser de façon explicite via des analyses de variance par rapport aux différents mesures effectuées (intérêt, flow, , tout en conservant un maximum d'informations à partir des données continues obtenues par le score au test.

Puis nous avons procédé à des analyses de variance pour toutes les conditions, à savoir :

- Analyses de variance pour l'expertise et le type de Serious Game avec l'intérêt pour chacune de ses 3 dimensions : intérêt individuel, intérêt situationnel activé et intérêt situationnel maintenu.
- Analyses de variance pour l'expertise et le type de Serious Game avec le Flow et ses 8 dimensions décrites précédemment.
- Analyses de variance pour l'expertise et le type de Serious Game avec la SPANÉ pour chacune de ses 2 dimensions : émotions positives et émotions négatives

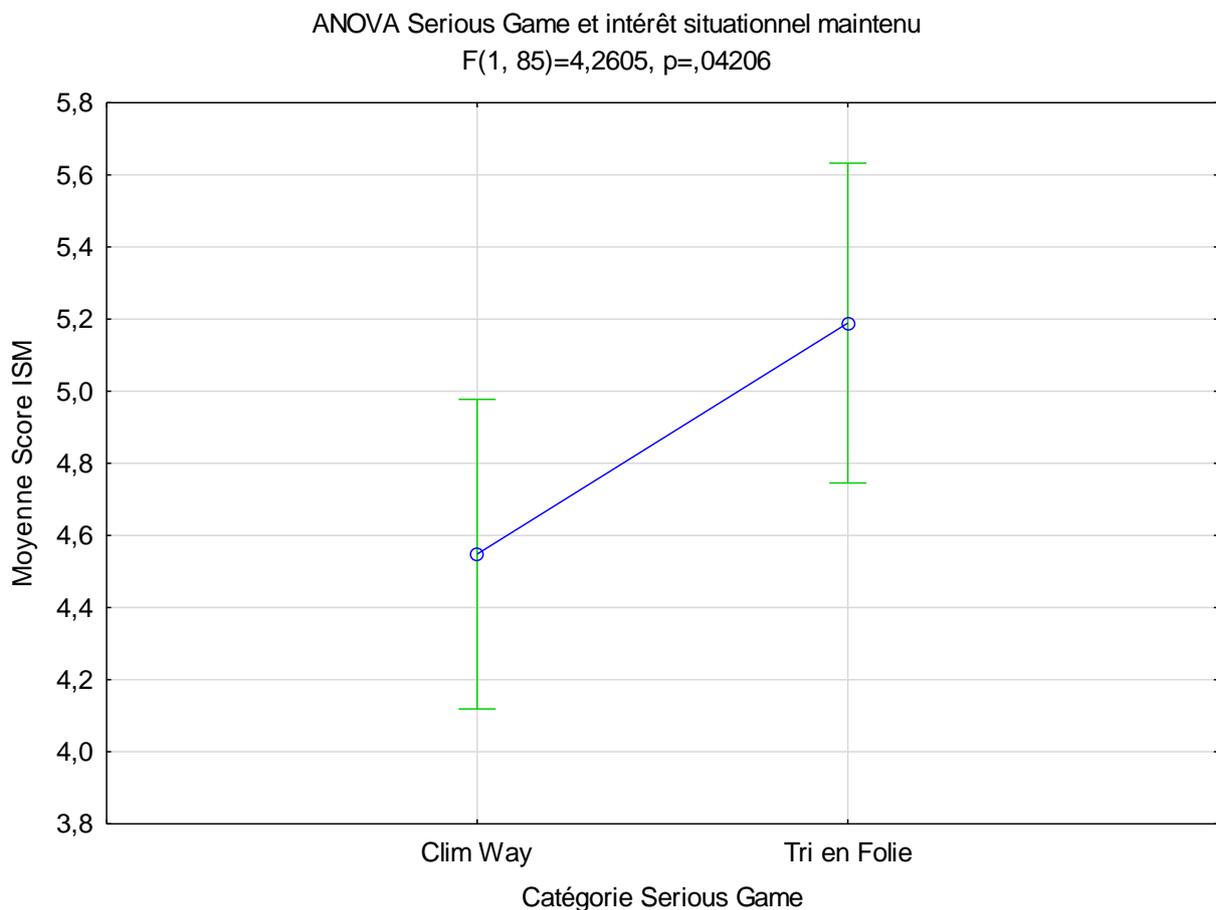
Les effets simples et les effets d'interaction entre l'expertise et le type de Serious Game ont été analysés pour chacune des mesures de l'intérêt, du Flow et de la SPANÉ.

4.1 Expertise, Serious Game et intérêt

- **Etudes des effets simples : Type de Serious Game et intérêt**

Il n'y a pas d'effet significatif du type de Serious Game sur l'intérêt individuel et sur l'intérêt situationnel activé.

L'effet du type de Serious Game est significatif sur l'intérêt situationnel maintenu : $F(1,85) = 4.26$; $p < .05$ (voir **Graphique n°1**). L'intérêt situationnel maintenu est significativement plus élevé avec le Serious Game *Tri en Folie*. Ce résultat semble montrer que l'intérêt situationnel maintenu est plus important lorsque le Serious Game met la priorité sur l'expérience de jeu pour ensuite transmettre le message préventif sur l'écologie et le développement durable. Contrairement à *Tri en Folie*, *ClimWay* est un Serious Game conçu pour avant tout informer le joueur sur la thématique de l'écologie, ce qui semble-t-il se fait au détriment de l'expérience vidéoludique stimulant l'immersion et l'intérêt situationnel du joueur.



Graphique n°1 : ANOVA type de Serious Game et intérêt situationnel maintenu

- **Etude des effets simples : Expertise et intérêt :**

Pour rappel, le score au test TECEJV a été préalablement catégorisé en 4 classes à partir des quartiles : **Novice, Débutant, Confirmé, et expert**. Ce choix en 4 classes nous a semblé être le bon compromis entre la volonté de résumer les données de façon à pouvoir les visualiser de façon explicite via des analyses de variance par rapport aux différentes mesures effectuées (intérêt, Flow,...) tout en conservant un maximum d'informations à partir des données continues obtenues par le score au test. Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur aucune des dimensions de l'intérêt sur l'ensemble des deux Serious Games, ce qui nous amène à rejeter cette hypothèse. Plus précisément :

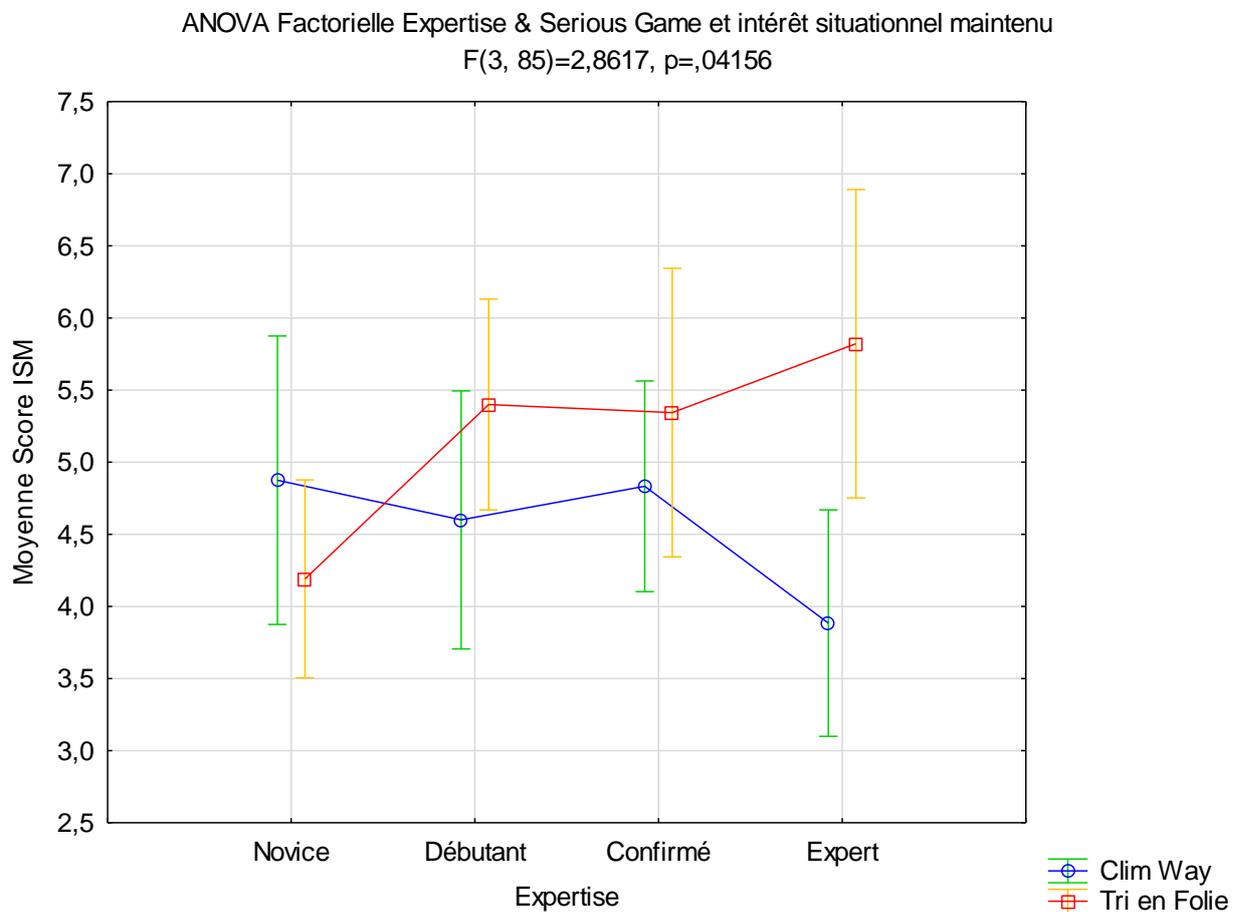
- Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur l'intérêt individuel : $F(3.89) = .71 ; p > .05$.
- Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur l'intérêt situationnel activé : $F(3.89) = 1.37, p > .05$.
- Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur l'intérêt situationnel maintenu : $F(3.89) = 1.18 ; p > .05$.

- **Etude des effets d'interaction : Expertise, type de Serious Game et intérêt :**

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur l'intérêt individuel ($F(3.85) = .80 ; p > .05$) et l'intérêt situationnel activé ($F(3.85) = .37, p > .05$) en fonction du type de Serious Game.

Il y a cependant un effet d'interaction significatif de l'expertise et de la catégorie de Serious Game **sur l'intérêt situationnel maintenu** : $F(3.85) = 2.86 ; p < .05$ (voir **Graphique n°2**). L'intérêt situationnel maintenu augmente en fonction de l'expertise pour le jeu *Tri en Folie*, tandis qu'elle diminue pour le Serious Game *ClimWay*. Ce résultat montre que plus les individus sont experts dans les jeux vidéo, plus ils auront un intérêt situationnel maintenu important dans le cas du Serious Game *Tri en Folie*, un Serious Game où l'expérience vidéoludique prime sur le message préventif sur l'écologie et le développement durable. La situation s'inverse pour le Serious Game *ClimWay*, dans lequel on constate que l'intérêt situationnel maintenu a tendance à diminuer avec l'expertise dans les jeux vidéo. Rappelons que le Serious Game *ClimWay* est un jeu vidéo dans lequel le message préventif passe avant l'expérience vidéoludique, ce qui d'après nos hypothèses serait plus susceptible de convenir à des individus ayant une pratique faible et donc une expertise faible dans les jeux vidéo. Par

ailleurs, il semble que l'étude de l'effet de l'expertise sur l'intérêt situationnel maintenu montre des résultats intéressants pour chaque Serious Game observé de façon indépendante.



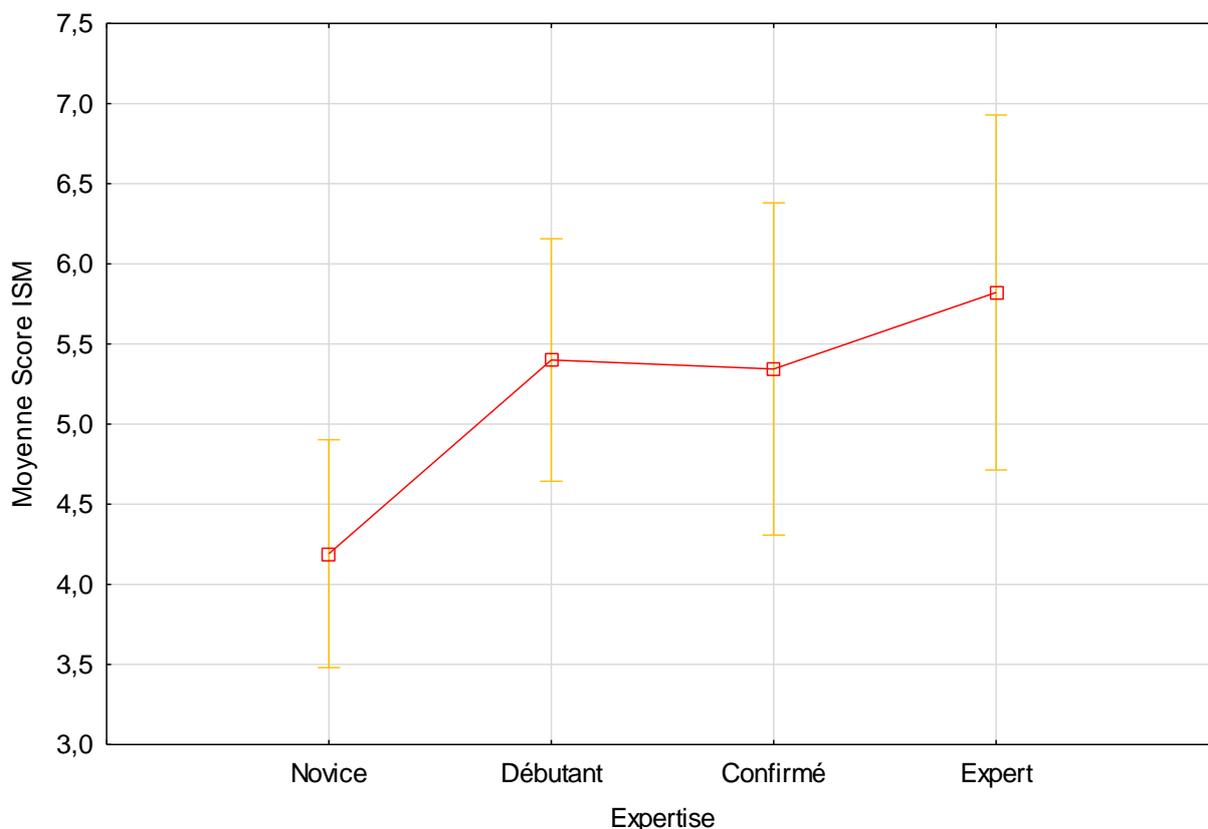
Graphique n°2 : ANOVA Expertise, Serious Game et intérêt situationnel maintenu

Effet de l'expertise sur l'intérêt situationnel maintenu pour le Serious Game *ClimWay* :

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur l'intérêt situationnel maintenu avec le Serious Game *ClimWay* : $F(3,42) = 1.34 ; p>.05$. On constate néanmoins une tendance de l'intérêt situationnel maintenu à diminuer en fonction du niveau d'expertise. Autrement dit, plus l'expertise dans les jeux vidéo est élevée, plus l'intérêt situationnel maintenu serait faible dans l'utilisation du Serious Game *ClimWay*.

Effet de l'expertise sur l'intérêt situationnel maintenu pour le Serious Game *Tri en Folie* :

ANOVA Expertise et intérêt situationnel maintenu pour Serious Game Tri en Folie
 $F(3, 43)=3,0249, p=,03972$



Graphique n°3 : ANOVA Expertise et intérêt situationnel maintenu pour le Serious Game Tri en Folie.

Il y a un d'effet significatif de l'expertise sur l'intérêt situationnel maintenu avec le Serious Game *Tri en Folie* : $F(3,43) = 3.02$; $p < .05$ (voir **Graphique n°3**). On observe une augmentation du niveau d'intérêt situationnel maintenu lorsque le niveau d'expertise augmente. Autrement dit, plus l'individu est expert dans les jeux vidéo, plus son niveau d'intérêt situationnel maintenu est important dans le contexte d'utilisation du Serious Game *Tri en Folie*. La tendance est ici inverse par rapport au Serious Game *ClimWay* qui montre, malgré des résultats non significatifs, une tendance de l'intérêt situationnel maintenu à diminuer en fonction de l'expertise.

Les analyses Post Hoc révèlent des différences significatives entre les classes d'expertise (voir tableau ci-dessous). Le groupe des novices a un niveau d'intérêt situationnel maintenu moyen qui se distingue de façon significative du niveau des débutants et des experts.

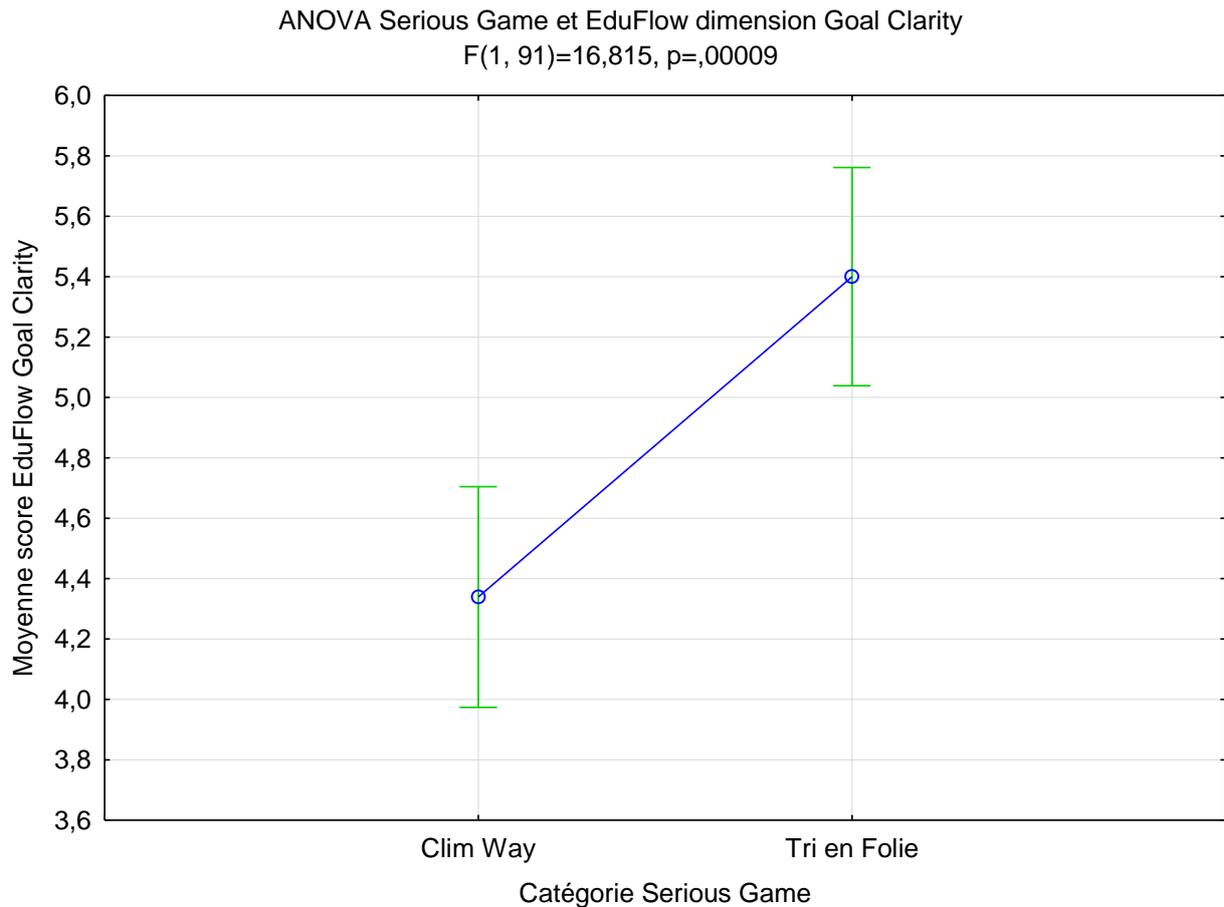
Niveau d'expertise	Novice	Débutant	Confirmé	Expert
	4.19	5.40	5.34	5.82
Novice		0,02	0,07	0,01
Débutant	0,02		0,92	0,52
Confirmé	0,07	0,92		0,52
Expert	0,01	0,52	0,52	

Tableau 20 : Test Post Hoc LSD de Fisher Expertise et intérêt situationnel maintenu

4.2 Expertise, Serious Game et Flow:

- **Etude des effets simples : Serious Game et Flow :**

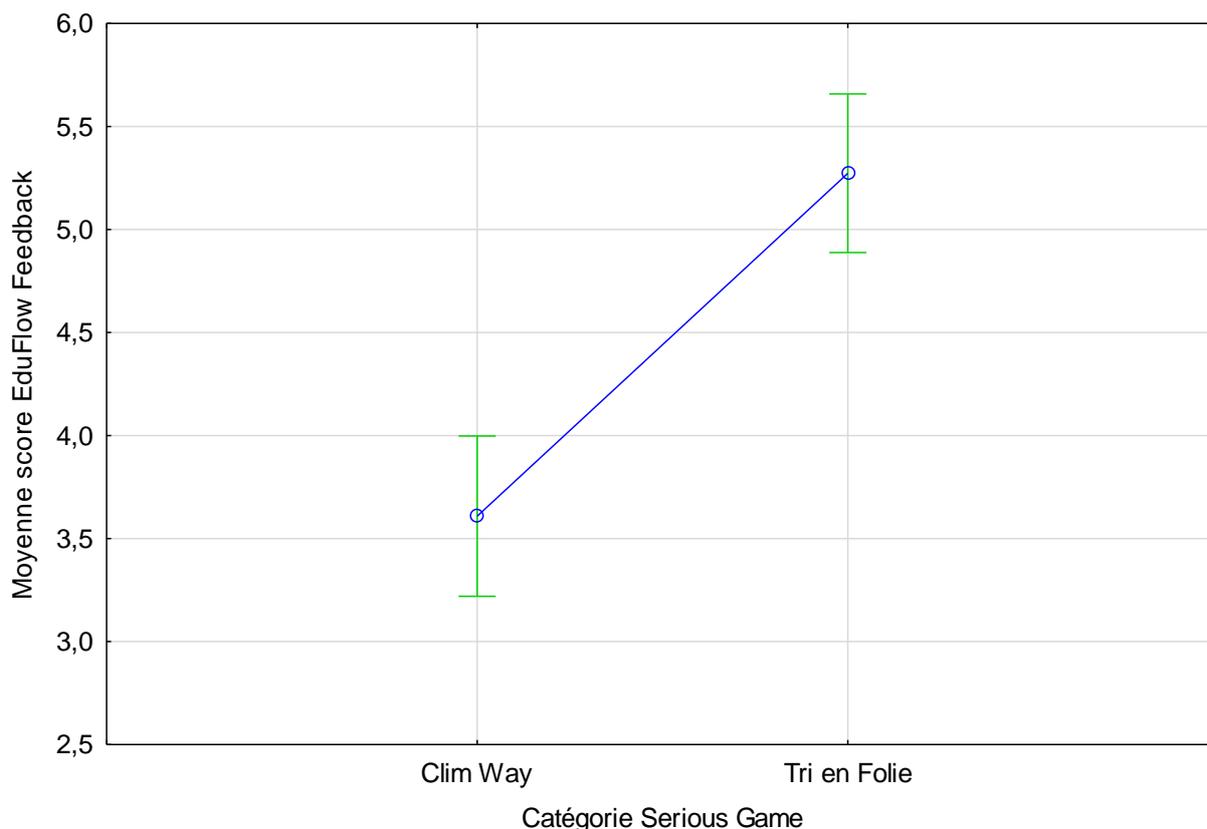
L'effet du type de Serious Game sur la dimension **Concentration** de l'EduFlow est non significatif : $F(1.91) = .36$; $p > .05$.



Graphique n°4 : ANOVA Type de Serious Game et Flow dimension Goal clarity

L'effet du type de Serious Game sur la dimension **Goal Clarity** de l'EduFlow est significatif : F (1.91) = 16.81; $p < .05$ (voir **Graphique n°4** ci-dessus). La dimension du Flow traduisant un état psychologique dans lequel l'individu a une perception claire du but à atteindre est en moyenne significativement plus importante dans la condition d'utilisation du Serious Game *Tri en Folie*. Cela se traduirait par le fait que le Serious Game *ClimWay* se montrerait trop vague au niveau du message préventif et/ou de l'objectif à atteindre dans le jeu, contrairement au Serious Game *Tri en Folie*, dont l'objectif du jeu et le message préventif autour de l'écologie sont clairs.

ANOVA Serious Game et EduFlow dimension Feedback
F(1, 91)=36,541, p=,00000



Graphique n°5 : ANOVA Type de Serious Game et Flow dimension Feedback

L'effet du type de Serious Game sur la dimension **Feedback** de l'EduFlow est significatif : F (1.91) = 36.54; $p < .05$. Le retour sur action dans le Serious Game *Tri en Folie* serait donc significativement plus important que dans le Serious Game *ClimWay*. En effet, dans le Serious Game *ClimWay*, les conséquences des actions ne sont pas simples à identifier et sont en général décrites par du contenu textuel, tandis que celles-ci sont directement identifiées dans *Tri en Folie*, qui se montre plus proche d'une expérience vidéoludique classique dans laquelle l'échec ou la réussite d'une action est directement récompensée ou pénalisée.

L'effet du type de Serious Game sur la dimension **Autonomy** de l'EduFlow est non significatif : F (1.91) = .29 ; $p > .05$.

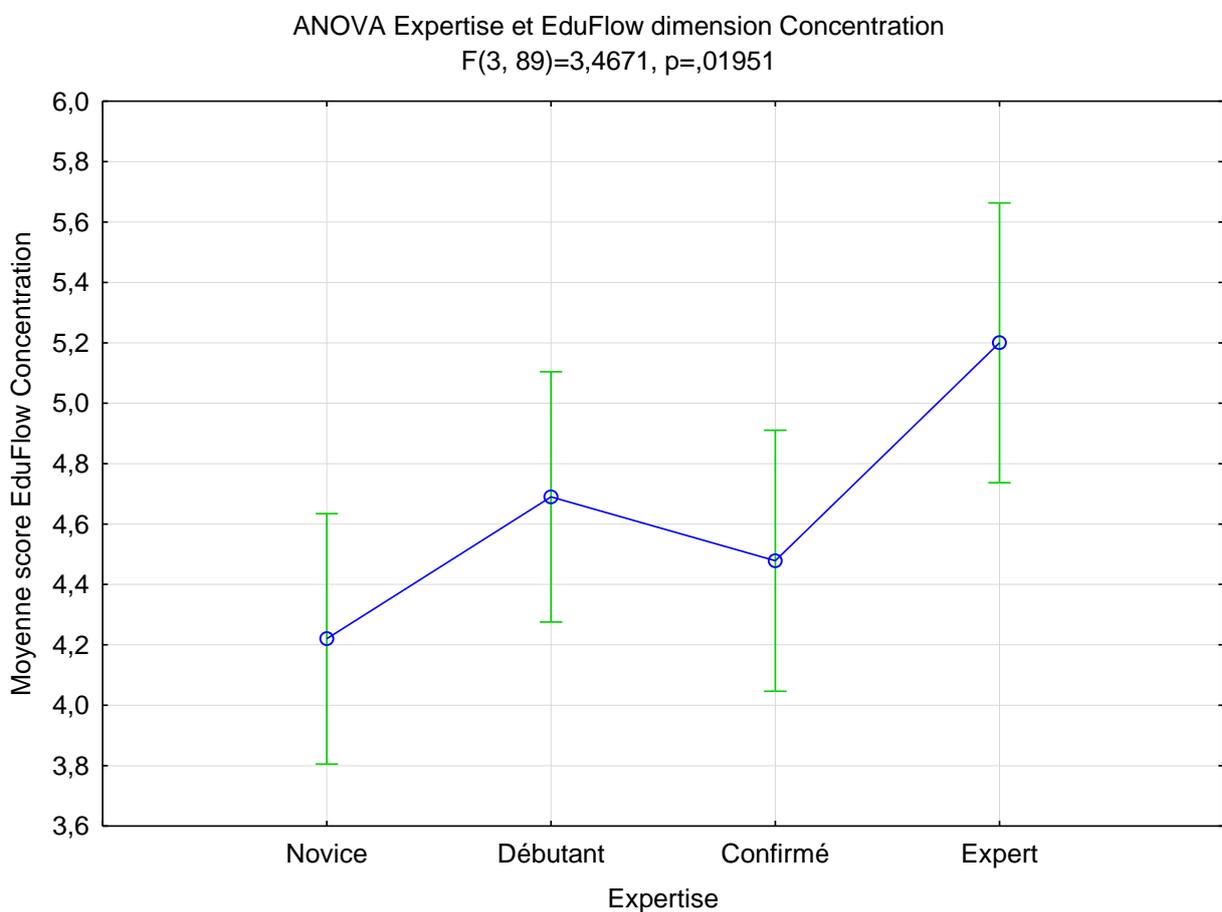
L'effet du type de Serious Game sur la dimension **Immersion** de l'EduFlow est non significatif : F (1.91) = .47 ; $p > .05$.

L'effet du type de Serious Game sur la dimension **Challenge** de l'EduFlow est non significatif : $F(1,91) = 3,27 ; p > .05$.

L'effet du type de Serious Game sur la dimension **Social Interaction** de l'EduFlow est non significatif : $F(1,91) = .02 ; p > .05$. Ce résultat semble logique compte tenu du fait qu'il n'y a pas d'interactions sociales entre les participants durant le test des deux Serious Games.

L'effet du type de Serious Game sur la dimension Knowledge **Improvement** de l'EduFlow est non significatif : $F(1,91) = .90 ; p > .05$.

- **Etude des effets simples : Expertise et Flow :**



Graphique n°6 : ANOVA Expertise et Flow dimension Concentration

Il y a un effet significatif de l'expertise sur la dimension **Concentration** du Flow : $F(3,89) = 3,46 ; p < .05$ (voir **Graphique n°6**). On constate que la dimension Concentration augmente en

fonction du niveau d'expertise. Autrement dit, plus un individu sera expert dans les jeux vidéo, plus son niveau de Flow pour la dimension Concentration sera important.

Les analyses Post Hoc révèlent des différences entre les catégories d'expertise (voir tableau ci-dessous). Le groupe des novices se différencie significativement du groupe des experts, et le groupe des confirmés se différencie significativement du groupe des experts. Globalement, la tendance de la dimension Concentration du Flow est croissante en fonction du niveau d'expertise de l'individu. Ce résultat signifierait que plus l'individu est expert, plus il est susceptible d'avoir un niveau de Flow pour la dimension Concentration important.

Niveau d'expertise	Novice	Débutant	Confirmé	Expert
	4.22	4.69	4.47	5.20
Novice		0,11	0,39	0,00
Débutant	0,11		0,48	0,10
Confirmé	0,39	0,48		0,02
Expert	0,00	0,10	0,02	

Tableau 21 : Test Post Hoc LSD de Fisher Expertise et EduFlow dimension Concentration

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension **Goal Clarity** du Flow : $F(3.89) = .53$; $p > .05$.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension **Feedback** du Flow : $F(3.89) = .16$; $p > .05$.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension **Challenge** du Flow : $F(3.89) = 1.37$; $p > .05$.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension **Autonomy** du Flow : $F(3.89) = 1.37$; $p > .05$.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension **Immersion** du Flow : $F(3.89) = 2.31$; $p > .05$.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension **Social Interaction** du Flow : $F(3.89) = .97$; $p > .05$.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension **Knowledge Improvement** du Flow : $F(3,89) = .97$; $p > .05$.

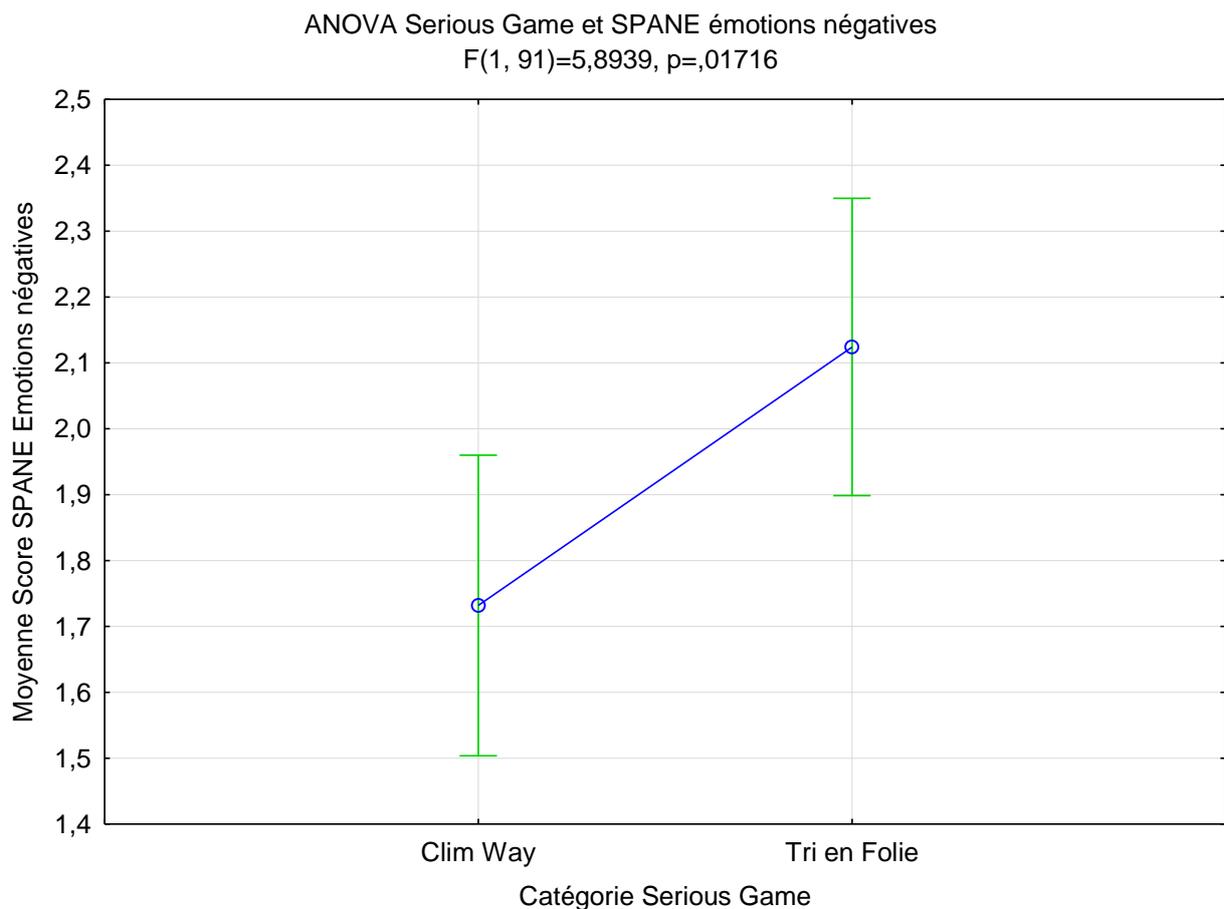
- **Etude des effets d'interaction : Expertise, Serious Game et Flow :**

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur aucune des dimensions du Flow.

4.3 Expertise, Serious Game et SPANE:

- **Etude des effets simples : Serious Game et SPANE :**

Il n'y a pas d'effet significatif du Serious Game sur les émotions positives de la SPANE : $F(1,91) = 1.02$; $p > .05$.



Graphique n°7 : ANOVA Type de Serious Game et SPANE émotions négatives

Il y a un effet significatif du Serious Game sur les émotions négatives de la SPANE : $F(1.91) = 1.02$; $p > .05$ (voir **Graphique n°7**). Les émotions négatives sont significativement plus importantes dans le jeu *Tri en Folie* que dans le jeu *ClimWay*. Nous avons ici un résultat inattendu compte tenu des résultats précédents sur le Flow, qui montraient globalement des niveaux de Flow supérieurs pour le jeu *Tri en Folie*. En sachant que le Flow susciterait un sentiment de bien-être, il est étonnant de constater que c'est dans le jeu qui présente des niveaux de Flow supérieurs qui montrent des niveaux d'émotions négatives également supérieurs.

- Etude des effets simples : Expertise et SPANE :

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension des émotions positives de la SPANE : $F(3.89) = 1.20$, $p > .05$. Cependant, on observe une tendance croissante des émotions positives en fonction de l'expertise. Il semblerait d'après nos résultats que plus l'expertise est importante, plus le niveau des émotions positives est également important dans le contexte d'utilisation d'un Serious Game. L'analyse Post Hoc ne révèle aucune différence significative lorsque l'on compare les groupes d'experts deux à deux.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension des émotions négatives de la SPANE : $F(3.89) = 1.20$, $p > .05$. Toutefois, la tendance des émotions négatives s'observe de façon nette comme étant décroissante en fonction de l'expertise. Cela signifierait que les émotions négatives sont moindres chez l'expert que chez le novice lorsqu'ils utilisent un Serious Game.

Etude des effets d'interaction : Expertise, Serious Game et SPANE :

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur la SPANE au niveau des émotions positives : $F(3.85) = .32$; $p > .05$. On observe néanmoins une tendance des émotions positives à augmenter en fonction du niveau d'expertise, en particulier pour le Serious Game *ClimWay*. Pour ce qui concerne le Serious Game, *Tri en Folie*, la croissance du niveau d'émotions positives en fonction de l'expertise est également marquée, mais semble chuter pour la catégorie des experts. Les analyses Post Hoc pour chaque Serious

Game vont nous permettre d'en savoir davantage sur la relation entre les émotions positives et l'expertise au niveau de chaque Serious Game pris indépendamment.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension des émotions positives de la SPANE pour le Serious Game *ClimWay* : $F(3,42) = .62, p > .05$. On constate néanmoins la tendance des émotions positives à augmenter en fonction de l'expertise pour ce Serious Game. L'analyse Post Hoc ne révèle cependant aucune différence significative entre les catégories d'expertise comparées deux à deux.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension des émotions positives de la SPANE pour le Serious Game *Tri en Folie* : $F(3,43) = .63, p > .05$. La tendance des émotions positives en fonction de l'expertise est croissante pour le Serious Game *Tri en Folie* mais semble chuter pour le groupe des experts. Cependant, l'analyse Post Hoc ne révèle aucune différence significative entre les catégories d'expertise comparées deux à deux.

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur la SPANE au niveau des émotions négatives : $F(3,85) = 1.21 ; p > .05$. On constate une divergence entre la tendance des émotions négatives en fonction de l'expertise pour le Serious Game *ClimWay* et le Serious Game *Tri en Folie*. La tendance des émotions négatives en fonction de l'expertise est décroissante pour le Serious Game *ClimWay*. Pour ce qui concerne le Serious Game *Tri en Folie*, on constate que le niveau des émotions négatives stagne pour les novices, débutants et confirmés et semblent augmenter pour les experts.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension des émotions négatives de la SPANE pour le Serious Game *ClimWay* : $F(3,42) = 2.19, p > .05$. Cependant, la tendance des émotions négatives est décroissante en fonction de l'expertise pour le Serious Game *ClimWay*.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension des émotions négatives de la SPANE pour le Serious Game *Tri en Folie* : $F(3,43) = .33, p > .05$. Les émotions négatives semblent être plus élevées pour le groupe des experts par rapport aux autres groupes.

5. Synthèse des résultats significatifs :

5.1 Expertise, Serious Game et intérêt :

L'effet du type de Serious Game est significatif sur l'intérêt situationnel maintenu : $F(1,85) = 4.26$; $p < .05$. L'intérêt situationnel maintenu est significativement plus élevé avec le Serious Game *Tri en Folie*.

Il y a un effet d'interaction significatif de l'expertise et de la catégorie de Serious Game sur l'intérêt situationnel maintenu : $F(3,85) = 2.86$; $p < .05$. L'intérêt situationnel maintenu augmente en fonction de l'expertise pour le jeu *Tri en Folie*, tandis qu'elle diminue pour le Serious Game *ClimWay*. Ce résultat montre que plus les individus sont experts dans les jeux vidéo, plus ils auront un intérêt situationnel maintenu important dans le cas du Serious Game *Tri en Folie*, un Serious Game où l'expérience vidéoludique prime sur le message préventif sur l'écologie et le développement durable. La situation s'inverse pour le Serious Game *ClimWay*, dans lequel on constate que l'intérêt situationnel maintenu a tendance à diminuer avec l'expertise dans les jeux vidéo.

Il y a un effet significatif de l'expertise sur l'intérêt situationnel maintenu avec le Serious Game *Tri en Folie* : $F(3,43) = .70$; $p > .05$. On observe une augmentation du niveau d'intérêt situationnel maintenu lorsque le niveau d'expertise augmente. Autrement dit, plus l'individu est expert dans les jeux vidéo, plus son niveau d'intérêt situationnel maintenu est important dans le contexte d'utilisation du Serious Game *Tri en Folie*. Les analyses Post Hoc révèlent des différences significatives entre les catégories d'expertise. Le groupe des novices ont un niveau d'intérêt situationnel maintenu moyen qui se distingue de façon significative du niveau des débutants et des experts.

5.2 Expertise, Serious Game et Flow:

L'effet du type de Serious Game sur la dimension Goal Clarity de l'EduFlow est significatif : $F(1,91) = 16.81$; $p < .05$. La dimension du Flow traduisant un état psychologique dans lequel l'individu a une perception claire du but à atteindre est en moyenne significativement plus importante dans la condition d'utilisation du Serious Game *Tri en Folie*.

L'effet du type de Serious Game sur la dimension Feedback de l'EduFlow est significatif : $F(1,91) = 36.54$; $p < .05$. Le retour sur action dans le Serious Game *Tri en Folie* serait donc significativement plus important que dans le Serious Game *ClimWay*.

Il y a un effet significatif de l'expertise sur la dimension Concentration du Flow : $F(3,89) = 3.46$; $p < .05$. On constate que la dimension Concentration augmente en fonction du niveau d'expertise. Autrement dit, plus un individu sera expert dans les jeux vidéo, plus son niveau de Flow pour la dimension Concentration sera important. Les analyses Post Hoc révèlent des différences entre les catégories d'expertise prises deux à deux. Le groupe des novices se différencie significativement du groupe des experts, et le groupe des confirmés se différencie significativement du groupe des experts. Globalement, la tendance de la dimension Concentration du Flow est croissante en fonction du niveau d'expertise de l'individu. Ce résultat signifierait que plus l'individu est expert, plus il est susceptible d'avoir un niveau Flow pour la dimension Concentration important.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension Autonomy du Flow : $F(3,89) = 1.37$; $p > .05$. Cependant, on observe une tendance de la dimension Autonomy du Flow qui augmente en fonction du niveau d'expertise. Autrement dit, il semble que le niveau de Flow pour la dimension Autonomy augmente avec le niveau d'expertise dans les jeux vidéo. Les analyses Post Hoc confirment cette tendance avec des différences significatives lorsque les niveaux d'expertise sont pris deux à deux. En effet, on constate que les novices sont différenciés de façon significative des experts sur leur niveau de Flow pour la dimension Autonomy.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension Immersion du Flow : $F(3,89) = 2.31$; $p > .05$. Néanmoins, on observe sur le graphique une tendance de la dimension Immersion du Flow a augmenté en fonction du niveau d'expertise. Plus le niveau d'expertise est important plus on constate un niveau d'immersion élevé, hormis la stagnation pour les confirmés.

Les analyses Post Hoc confirment cette tendance, puisqu'on peut observer dans le tableau ci-dessous que le groupe des novices se différencie de façon significative des experts au niveau de leur dimension du Flow Immersion.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension Concentration du Flow pour le Serious Game *ClimWay* : $F(3.42) = 1.93$; $p > .05$. Nous observons néanmoins une tendance de cette dimension à augmenter en fonction de l'expertise, ce qui nous a amené à réaliser une analyse Post Hoc pour comparer les scores moyens de la dimension Concentration du Flow en prenant les niveaux d'expertise deux à deux. On constate une différence significative entre le groupe des novices et des experts, ce qui confirme la tendance de la dimension Concentration du Flow à augmenter en fonction de l'expertise pour le Serious Game *ClimWay*. A noter une différence vraiment proche du seuil de significativité pour la différence entre le groupe confirmé et expert ($p = .0501$).

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur la dimension Goal Clarity du Flow : $F(3.85) = .45$; $p > .05$. Notons toutefois que le score moyen de cette dimension du Flow a tendance croissante en fonction de l'expertise, en particulier pour le Serious Game *Tri en Folie*. Les experts ont un niveau de Flow pour la dimension Goal Clarity significativement supérieur au groupe des novices dans l'utilisation du Serious Game *Tri en Folie*.

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur la dimension Challenge du Flow : $F(3.85) = .53$; $p > .05$. On observe toutefois une tendance de la dimension Challenge du Flow à augmenter en fonction de l'expertise en particulier pour le Serious Game *Tri en Folie*. Il apparaît que le groupe des novices se différencie de façon significative du groupe des experts, ce qui signifie que le niveau de Flow pour la dimension Challenge du Flow est significativement plus important pour le groupe des experts par rapport au groupe des novices pour le Serious Game *Tri en Folie*.

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur la dimension Autonomy du Flow : $F(3.85) = .24$; $p > .05$. Cependant nous observons une tendance de la dimension Autonomy du Flow à augmenter en fonction de l'expertise pour les deux Serious Games. L'analyse Post Hoc confirme cette tendance observée puisque le groupe des experts est significativement différencié du groupe des novices pour la dimension Autonomy

du Flow pour le Serious Game *ClimWay*. Les experts ont donc un sentiment d'autonomie significativement plus important que celui des novices dans ce jeu vidéo.

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur la dimension Knowledge Improvement du Flow : $F(3.85) = 1.49$; $p > .05$. Cependant, on peut observer que la dimension Knowledge Improvement du Flow a une tendance à rester stable en fonction de l'expertise pour le Serious Game *ClimWay*, tandis que cette dimension a une tendance à augmenter en fonction de l'expertise pour le Serious Game *Tri en Folie*. Le groupe des novices se différencie significativement du groupe des débutants pour la dimension Knowledge Improvement du Flow pour le Serious Game *Tri en Folie*.

5.3 Expertise, Serious Game et SPANE:

Il y a un effet significatif du Serious Game sur les émotions négatives de la SPANE : $F(1.91) = 1.02$; $p > .05$. Les émotions négatives sont significativement plus importantes dans le jeu *Tri en Folie* que dans le jeu *ClimWay*.

Il n'y a pas d'effet significatif de l'expertise sur la dimension des émotions négatives de la SPANE : $F(3.89) = 1.20$, $p > .05$. Toutefois, la tendance des émotions négatives s'observe de façon nette comme étant décroissante en fonction de l'expertise. Nous observons en effet une différence significative entre le groupe des novices et le groupe des confirmés : les confirmés ont un niveau d'émotions négatives significativement plus faible que les novices en situation d'utilisation d'un Serious Game.

Il n'y a pas d'effet d'interaction significatif de l'expertise et du type de Serious Game sur la SPANE au niveau des émotions négatives : $F(3.85) = 1.21$; $p > .05$. Cependant, la tendance des émotions négatives est décroissante en fonction de l'expertise pour le Serious Game *ClimWay*. Nous constatons une différence significative entre le groupe des novices et le groupe des experts dans l'utilisation de ce Serious Game.

6. Discussion :

Les résultats montrent un effet du type de Serious Game sur l'expérience-utilisateur et en particulier sur l'intérêt situationnel maintenu, sur le Flow au niveau de la dimension Goal Clarity et de la dimension Feedback et sur les émotions négatives. Pour l'intérêt situationnel maintenu et les dimensions Goal Clarity et Feedback du Flow, les résultats vont en faveur du Serious Game *Tri en Folie*, un type de Serious Game fun et ludique, qui met en priorité les phases de jeu par rapport au message à transmettre, avec un contenu préventif et informationnel léger. Il semble donc ici que pour garantir une expérience optimale chez le joueur sur le plan motivationnel, il est nécessaire d'opter pour un développement du Serious Game avant tout ludique et simple d'utilisation, contrairement au Serious Game *ClimWay* qui présente un contenu informationnel important, au détriment de l'expérience vidéoludique. Compte tenu de nos résultats, ces recommandations semblent d'autant plus vraies lorsqu'il s'agit d'individus experts dans l'utilisation des jeux vidéo, ce qui a tendance à représenter une proportion de plus en plus importante d'individus si l'on se réfère à l'évolution des usages et du marché des jeux vidéo ([SELL/GFK, 2014](#)).

Pour autant, on constate que le niveau d'émotions négatives s'avère significativement plus important dans le contexte d'utilisation du Serious Game *Tri en Folie*, mais comme nous allons le voir, il y a dans cette observation l'expertise à prendre en compte pour comprendre ce résultat.

Les résultats montrent un effet de l'expertise sur l'expérience-utilisateur et plus précisément sur l'intérêt situationnel maintenu et sur la dimension Concentration du Flow ; il y a également des différences significatives entre les catégories d'expertise pour les niveaux de Flow Autonomy et Immersion, ainsi que pour les émotions négatives. Les experts ont donc globalement un meilleur niveau d'intérêt situationnel et une meilleure concentration lorsqu'ils utilisent un Serious Game. Toujours dans ce contexte, ils se différencient des novices en ayant une autonomie et un niveau d'immersion supérieurs tout en ayant moins d'émotions négatives. Ces résultats permettent de mettre en évidence l'état motivationnel et émotionnel de l'expert dans les jeux vidéo comparativement au novice. Ils permettent d'apporter un nouvel éclairage sur les paramètres motivationnels et émotionnels qui lui permettent d'être plus efficace, ce qui a pu s'observer dans les performances globales et la facilité de prise en

main supérieure chez l'expert durant les expérimentations. Cet effet de l'expertise présente des variations en fonction du type de Serious Game, ce qui nous amène à discuter sur les interactions entre l'expertise dans les jeux vidéo et le type de Serious Game utilisé.

L'expertise et le type de Serious Game interagissent sur l'expérience-utilisateur, en particulier au niveau de l'intérêt situationnel maintenu. Il semble d'après les résultats que l'intérêt situationnel maintenu sera d'autant plus important en fonction de l'expertise et lorsque le Serious Game est simple dans son message préventif, léger dans son contenu textuel et avant tout axé sur le Gameplay et non sur l'apprentissage. Autrement dit, plus l'individu sera expert, plus il sera susceptible d'avoir un intérêt situationnel maintenu important dans un Serious Game qui privilégie l'expérience vidéoludique sans pour autant négliger l'aspect préventif et informatif. Il est d'ailleurs intéressant de noter que la dimension Knowledge Improvement du Flow, représentative des connaissances tirées de l'expérience que peut ressentir l'individu, présente des scores moyens supérieurs avec le Serious Game *Tri en Folie*, même si la différence est non significative ; cette dimension du Flow présente des variations significatives entre les catégories d'expertise pour le Serious Game *Tri en Folie*. Cela nous amène à penser que la richesse du contenu du Serious Game pour le message à transmettre au joueur ne doit pas être nécessairement dense en information pour que le message soit transmis efficacement comme c'est le cas avec le Serious Game *ClimWay*.

7. Conclusion sur l'étude 4 :

Dans cette étude sur l'effet de l'expertise et du type de Serious Game sur l'expérience-utilisateur dans l'utilisation d'un Serious Game au niveau motivationnel et émotionnel, nous avons pu observer un certain nombre de résultats qui allaient dans le sens de nos hypothèses.

En effet, nous supposions un effet du niveau d'expertise mesurée à partir des connaissances dans les jeux vidéo sur l'expérience-utilisateur. Nous avons également émis l'hypothèse d'un effet sur le format du Serious Game sur l'expérience-utilisateur. Et nous estimions qu'il pouvait exister une interaction de ces deux variables sur l'expérience-utilisateur globale du joueur et apprenant au niveau de son intérêt, de son Flow et de sa valence émotionnelle. La mise en évidence d'un effet d'interaction entre l'expertise et le type de Serious Game sur l'intérêt situationnel maintenu permet de rendre compte de l'importance de considérer ces

paramètres pour garantir un état motivationnel optimal et ainsi permettre un apprentissage efficace.

Ainsi, en partant d'une approche originale de la mesure de l'expertise à partir des connaissances encyclopédiques dans les jeux vidéo avec notre test TECEJV, nous avons pu démontrer une relation entre l'expertise dans les jeux vidéo et divers paramètres motivationnels dans l'expérience-utilisateur du contexte d'usage d'un Serious Game. Ces paramètres motivationnels ont pu être mesurés de façon extrêmement fine, par l'utilisation d'échelles de mesure particulièrement adaptées dans le contexte de cette dernière étude :

- L'échelle d'intérêt **IS2G**, validée dans l'[étude 1](#), qui intègre une dimension personnelle liée aux valeurs de l'individu et une dimension situationnelle, liée aux caractéristiques du Serious Game, elle-même divisée en deux sous composantes. Cette configuration de mesure nous a permis de distinguer des aspects centraux dans le Serious Game, un multimédia composé d'une dimension pédagogique, dont le thème est omniprésent, qu'Alvarez (2007) dénomme le scénario pédagogique.
- L'échelle **EduGameFlow** (Heutte, Fenouillet et al., 2014), qui intègre 8 composantes, et permet une mesure des paramètres prérequis à l'émergence du Flow et son maintien dans le contexte d'utilisation d'un Serious Game ([Csikszentmihalyi, 1990](#); Lee & LaRose, 2007 ; Kawabata & Mallett, 2011). Ces composantes se montrent d'ailleurs particulièrement proches avec les paramètres décrits par Malone pour le développement d'un Serious Game efficace ([Malone, 1980](#) ; Fenouillet, Kaplan & Yennek, 2009), avec notamment les notions de feedback, de challenge ou encore de plaisir qui se recoupent dans ces deux approches autour du Serious Game.
- L'échelle **SPANE** (Watson, Clark, & Tellegen, 1988), une échelle d'autoévaluation de l'état émotionnel qui permet un retour efficace des émotions positives et négatives liées à l'activité, et qui fournit des informations intéressantes compte tenu de la proximité des concepts de Flow, d'intérêt et d'émotions, comme nous avons pu le voir précédemment.

CONCLUSION

1. Echelle d'intérêt

1.1 Une échelle de mesure de l'intérêt dans l'utilisation des Serious Games

L'objectif de cette étude était de proposer une nouvelle échelle permettant de mesurer la motivation dans les Serious Games basé sur la distinction entre d'une part l'intérêt individuel et l'intérêt situationnel et d'autre part entre deux dimensions de l'intérêt situationnel, l'intérêt situationnel activé et l'intérêt situationnel maintenu (Linnenbrink-Garcia et al., 2010 ; Mitchell, 1993). L'hypothèse proposée reposait sur l'idée que ces 3 dimensions de l'intérêt seraient représentatives des différentes caractéristiques de l'interaction entre le joueur et le Serious Game, qui intègre des caractéristiques liées à l'expérience vidéoludique qu'offre le jeu et une thématique marquée représentative du scénario pédagogique qu'un tel support a pour fonction de transmettre à l'utilisateur.

1.2 Validation

La première étude a permis d'établir que les réponses des participants sur les 12 items de l'échelle s'organisent bien en trois dimensions conformément au modèle théorique. La deuxième étude nous a permis de confirmer ce modèle théorique en trois dimensions. Nous avons pu également établir que les dimensions d'intérêt situationnel de l'échelle sont bien en relation avec les émotions positives. De même l'intérêt individuel est bien davantage en relation avec la motivation intrinsèque pour la thématique (l'écologie) que ne le sont les deux différentes dimensions de l'intérêt situationnel. Ces différentes corrélations indiquent donc qu'il semble pertinent de vouloir distinguer différentes formes d'intérêt quand on veut mesurer la motivation de l'utilisateur d'un Serious Game. Cette nouvelle mesure de l'intérêt à utiliser les Serious Games devrait donc contribuer à mieux comprendre plus globalement la motivation dans les Serious Games. **L'échelle d'intérêt individuel et situationnel pour les Serious Games IS2G** va permettre d'apporter des éclaircissements non seulement sur la motivation liée à l'utilisation du jeu, l'intérêt situationnel, mais aussi la motivation du joueur pour le thème du jeu, l'intérêt individuel. Cette échelle d'intérêt IS2G propose donc une

mesure des aspects motivationnels et émotionnels particulièrement adaptée dans l'usage des Serious Games.

1.3 Limites

Il apparaît que l'application des Serious Games est de plus en plus large, et vise un public de plus en plus varié. Face à cette diversité croissante d'usage et d'utilisateurs, il semble nécessaire d'adapter la mesure de l'intérêt individuel et situationnel à des contextes qui seront de plus en plus spécifiques.

Par exemple, nous pensons qu'il serait pertinent de proposer une variante de l'échelle IS2G adaptée au contexte scolaire et donc à des enfants d'âge variés. De même, nous estimons qu'une échelle pour les adultes en formation professionnelle serait particulièrement intéressante compte tenu du fait que l'utilisation des Serious Games est de plus en plus répandue dans le secteur de l'entreprise.

2. Echelle d'expertise

2.1 Mesurer l'expertise à partir des connaissances et des spécificités mnésiques chez l'expert

La conception de notre outil de mesure de l'expertise TECEJV a pour base une approche originale du concept d'« expertise ». En effet, notre démarche de travail sur la construction d'une mesure de l'expertise s'est focalisée sur les propriétés de la mémoire qui permettent de distinguer l'expert du novice. Nous nous sommes principalement appuyés sur les modèles de la mémoire chez l'expert (Chase et Ericsson, 1981) et de la mémoire de travail à long terme (Kintsch et Ericsson, 1995), qui ont permis de mieux comprendre les propriétés de la mémoire en fonction du niveau d'expertise dans une activité spécifique. Puis nous nous sommes tournés vers l'apport du modèle de la mémoire encyclopédique développé par Lieury (2013), et sa méthodologie de conception d'un outil de mesure de la mémoire encyclopédique dans le contexte scolaire (Lieury, 1993), afin d'avoir un modèle sur lequel nous appuyés quant à la méthode possible pour évaluer le niveau de connaissances dans notre contexte particulier, les connaissances dans les jeux vidéo.

2.2 Mesure de l'expertise dans le contexte des jeux vidéo

Les travaux de Lieury sur la mesure de la mémoire encyclopédique se sont appliqués au contexte des connaissances scolaires, dans les matières enseignées à l'école, au collège et au lycée. Même s'il s'est également intéressé aux connaissances extra-scolaires, sa mesure de l'expertise ne s'est au final appliquée que très peu aux connaissances générales issues d'autres milieux que de l'école. En outre, sa population de référence pour la conception de son outil de mesure de la mémoire encyclopédique n'a concerné que les élèves de l'école au lycée.

Notre démarche visait donc à étendre l'hypothèse d'une mesure de la mémoire encyclopédique à une autre population de référence, le contexte universitaire, et à un domaine peu en lien a priori avec le domaine scolaire, le domaine des jeux vidéo. Les travaux de recherche qui se sont intéressés à l'expertise dans les jeux vidéo ont toujours considéré l'expertise d'un joueur à partir de ses performances dans un jeu vidéo. Nous avons posé l'hypothèse d'une mesure de l'expertise à partir de son niveau de connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo, en accord avec la conception de la mémoire encyclopédique proposée par Lieury (1995).

La question était de déterminer la façon dont il serait judicieux d'estimer le niveau de connaissances dans ce domaine. En suivant les recommandations sur la méthodologie de construction d'un test psychométrique de Laveault et Grégoire (2014), nous avons opté pour un questionnaire dont les items étaient du type « question à choix multiple ». Chaque item était constitué d'une question portant sur une image présentée, qui correspondait à une capture d'écran d'un jeu vidéo, et d'une suite de 4 réponses possibles : la bonne réponse qui était donc le titre du jeu vidéo correspondant, deux mauvaises réponses, qui étaient donc des titres de jeux vidéo qui ne correspondaient pas à l'image présentée, mais qui étaient malgré tout, des jeux vidéo appartenant à la même catégorie de jeu que celui de la bonne réponse. Enfin la dernière réponse possible était la possibilité de « non réponse » en cochant l'option « je ne sais pas ». Nous avons constitué un panel de 137 items sur ce format, permettant d'obtenir le nombre de bonnes réponses, de mauvaises réponses, de non réponses, et du calcul d'un score sur la base de l'ensemble de ces données.

2.3 Calibration et standardisation du test TECEJV via le modèle de Rasch

Afin de tester la validité du modèle de mesure proposé, nous avons choisi d'utiliser le modèle probabiliste de Rasch afin de construire une mesure standardisée de l'expertise en accord avec les modèles théoriques présentés précédemment. La méthodologie statistique employée nous a conduit à retenir un ensemble de 20 items ajustés au modèle, que nous avons ensuite testé au niveau de la cohérence interne, de la structure et de son caractère convergent et prédictif comparativement à d'autres mesures sur l'expérience dans les jeux vidéo ainsi que sur les capacités de reconnaissance et de rappel indicé d'éléments d'interfaces de jeux vidéo.

2.4 Validation

Notre travail de validation s'est réalisé en deux étapes. Tout d'abord nous avons vérifié si la mesure de notre test convergeait avec les réponses à une suite de questions portant sur le niveau d'expérience et de pratique dans les jeux vidéo. Nous avons ici pu valider nos hypothèses sur cette convergence, puisque les analyses ont permis de constater que la mesure de notre test convergeait avec les questions portant sur le niveau d'expérience et de fréquence d'utilisation des jeux vidéo.

Nous avons ensuite réalisé une validation prédictive de notre test d'expertise. Notre méthode a consisté à construire tout d'abord un test de mémoire présentant une tâche de reconnaissance et une tâche de rappel indicé sur des éléments d'interface issus de jeux vidéo. En condition contrôle, un même test de mémoire cette fois-ci constitué d'éléments issus de la signalisation maritime a été soumis. Nos résultats ont permis de constater que la mesure préalable de notre test d'expertise a permis de prédire les résultats du test de mémoire uniquement dans la condition expérimentale, c'est-à-dire lorsque les participants répondaient au test de mémoire constitués d'éléments d'interface de jeux vidéo. Cette démarche nous a donc permis de vérifier la validité prédictive de notre test d'expertise, qui permettait ici de prédire les performances de mémoire de nos participants sur du matériel issu de la même activité uniquement, à savoir les jeux vidéo. En outre, ces résultats vont dans le sens des hypothèses sur la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1981), dont les auteurs avaient proposé l'idée que l'expertise ne se manifeste que dans l'activité dans laquelle l'individu est expert.

2.5 Limites

La limite principale de notre étude est principalement liée à la constitution de nos échantillons de population. Nos recrutements nous ont permis des individus à la pratique faible et élevée dans les jeux vidéo mais la représentativité d'un niveau de pratique moyen dans les jeux vidéo s'est avérée insuffisante. Cela s'explique par le fait que nos deux méthodes de recrutement ont permis dans un premier lieu de recruter des individus à la pratique faible voire nulle dans les jeux vidéo : il s'agissait des étudiants en licence de psychologie. Cet échantillon s'est avéré systématiquement constitué en grande majorité de femmes, dont la pratique des jeux vidéo n'était malheureusement non intégrée dans nos mesures, puisque notre test n'était constitué que d'items de jeux vidéo sur support de type ordinateur et console de salon. Par conséquent, nous ne mesurons le niveau d'expertise, d'expérience et de fréquence dans les jeux vidéo, que sur la base des jeux vidéo disponibles sur des plateformes du type ordinateur et console de salon, omettant ainsi toutes les autres pratiques qui se sont développées rapidement jusqu'à devenir aujourd'hui les plus courantes. Les dernières études statistiques et sondage portant sur la pratique de l'outil informatique et plus spécifiquement des jeux vidéo ont permis de constater une divergence des pratiques entre les hommes et les femmes. En effet, alors que les hommes ont tendance à préférer les supports de type ordinateur et console de salon, les femmes se tournent davantage vers une pratique sur support mobile (smartphones et tablettes), et vont préférer jouer aux jeux vidéo via des réseaux sociaux (*Facebook, Snapchat, etc*) (SELL/GFK, 2014). Nous pouvons expliquer ce manque d'envergure dans notre mesure par le fait que la pratique des jeux vidéo, les supports d'utilisation et l'évolution du marché évoluent constamment et de façon rapide. Ces évolutions n'ont pas cessé durant la construction et les démarches de validation de nos outils, nous interdisant de revenir en arrière pour intégrer ces nouveaux paramètres. D'autre part, notre deuxième panel de recrutement via les réseaux sociaux nous ont permis de recruter un grand nombre de participants également, mais au contraire de notre recrutement à l'université, cet échantillon s'est avéré composé en grande partie d'experts dans les jeux vidéo, dont l'annonce sur le web pour la participation à nos études à certainement dû les attirer.

La deuxième limite concernant la mesure de notre test d'expertise est liée à un paramètre que nous avons déjà abordé dans le paragraphe précédent, l'évolution du marché et des usages.

Nos mesures étant constituées de titres de jeux vidéo sortis durant la période 2008-2012 sur des supports utilisés durant cette même période, il nous paraît nécessaire de tenir compte de « l'obsolescence programmée » de notre mesure. L'utilisation de la plupart des jeux vidéo et des supports se font dans une période limitée, déterminée dans la majorité des cas par l'évolution du marché. La sortie de nouvelles consoles, de nouvelles configurations, de nouvelles plateformes, et surtout de nouveaux jeux vidéo entraîneront nécessairement un oubli des items constitutifs de notre test en l'état actuel.

Il nous paraît donc nécessaire pour adapter la mesure aux pratiques des jeux vidéo et de leur évolution de mettre à jour et d'adapter notre test aux nouveaux paramètres à considérer dans l'utilisation des jeux vidéo, qui apparaissent progressivement au cours du temps. Nous pensons notamment à l'intégration de jeux vidéo issus des plateformes mobiles qui constituent un marché aujourd'hui majoritaire et dans une croissance qui s'avère bien supérieure aux autres supports. Nous pensons également qu'il serait judicieux de tenir compte des innovations, comme par exemple la réalité virtuelle et la réalité augmentée qui apparaissent comme des dispositifs d'avenir, et peut-être les pratiques courantes de demain dans l'utilisation des jeux vidéo. Il suffit de constater le succès du jeu *Pokemon Go* sorti durant l'été 2016, convergence entre le dispositif mobile et la réalité augmentée, qui a été en quelques mois téléchargé plus d'un milliard de fois !

3. La relation entre l'expertise et l'intérêt

Nos résultats ont pu démontrer un effet du niveau d'expertise dans les jeux vidéo -mesuré à partir du niveau de connaissances dans le domaine- sur les aspects motivationnels et émotionnels dans l'expérience-utilisateur. Il semble en effet que plus l'utilisateur aura une bonne expertise dans les jeux vidéo, plus il aura des niveaux d'intérêt et de Flow en jouant à un Serious Game, états mentaux représentatifs de l'état motivationnel et émotionnel du joueur. Or l'objectif d'un Serious Game est d'utiliser les ressorts d'un jeu vidéo pour motiver son utilisateur à apprendre. Il s'avère donc que cette vision de l'apprentissage s'appliquera d'autant mieux si l'apprenant aura un bon niveau de connaissances dans les jeux vidéo. Plus un utilisateur de Serious Game aura une expertise importante dans les jeux vidéo, plus ce dernier sera susceptible d'être motivé à travailler via ce dispositif d'apprentissage.

Mais tous les utilisateurs potentiels de Serious Game ne sont pas des joueurs réguliers. Ce paramètre doit être considéré compte tenu du format du Serious Game susceptible d'être présenté auprès d'un groupe d'apprenant. Comme les résultats de notre étude ont pu nous le montrer, il y a des formats plus susceptibles d'intéresser des groupes d'utilisateurs novices ou experts dans les jeux vidéo. En effet, nos résultats ont montré qu'il existait une interaction entre l'expertise et le type de Serious Game utilisé lorsqu'il s'agissait de l'intérêt situationnel maintenu, puisque les utilisateurs de Serious Game présentaient des niveaux de cette dimension de l'intérêt d'autant plus forts lorsqu'ils étaient experts que lorsqu'ils étaient novices dans les jeux vidéo dans le contexte où le Serious Game donnait la priorité sur le fun et le Gameplay, en l'occurrence avec le Serious Game *Tri en Folie*. Au contraire, les utilisateurs présentaient des niveaux d'intérêt situationnel maintenu d'autant plus faibles lorsqu'ils étaient experts que lorsqu'ils étaient novices, dans le contexte d'utilisation d'un Serious Game mettant la priorité sur l'information textuelle, la thématique de l'écologie abordée, mettant au second plan l'expérience de jeu. Donc, lorsque le Serious Game se présente davantage comme un dispositif d'apprentissage ludique « **gamifié** », c'est-à-dire empruntant certains codes du jeu vidéo sans pour autant s'y apparenter pour transmettre du savoir, il s'avère d'après nos résultats que ce format se montre plus adapté à des utilisateurs novices dans les jeux vidéo, qui se montrent davantage motivés dans leur utilisation. Lorsque le Serious Game est au contraire davantage tourné vers l'expérience vidéoludique, avec une frontière étroite entre le dispositif d'apprentissage et le pur jeu vidéo de divertissement, l'expert dans les jeux vidéo sera davantage motivé dans l'utilisation de ce format. Il s'avère donc d'après nos résultats expérimentaux que le Serious Game doit être adapté à l'expertise.

Les résultats de cette thèse nous permettent donc d'affirmer que le niveau d'expertise dans les jeux vidéo des utilisateurs de Serious Games doit être pris en compte car il est un facteur déterminant pour l'émergence de l'intérêt, et plus spécifiquement l'intérêt situationnel maintenu. En effet, comme nous l'avons vu les niveaux d'intérêt varient en fonction de l'expertise et du type de Serious Game. Ces conclusions nous indiquent que certaines configurations de Serious Games seront adaptées pour les novices tandis que d'autres le seront pour les experts. Dans les Serious Games utilisés par nos participants dans l'étude 4, le paramètre que nous avons fait varier est ce que nous pourrions désigner comme la « *balance Gameplay/pédagogie* », c'est à dire l'équilibre entre les éléments du Serious Game qui en font

un jeu vidéo, un multimédia pensé pour le loisir et le divertissement, et ses aspects pédagogiques, qui permettent de le caractériser comme un outil d'apprentissage (Alvarez, 2007; Kasbi, 2013). Comme décrit précédemment, nous avons estimé qu'il s'agissait d'une caractéristique centrale dans l'étude de l'impact de l'utilisation de Serious Games à des fins d'apprentissage. En effet, alors que la communauté scientifique semble pencher vers l'hypothèse d'un effet positif des Serious Games sur l'apprentissage, les publications remettant en cause cette idée sont malgré tout à considérer, car les études sur le sujet ne font pas consensus. L'idée qu'il faille considérer l'objet Serious Game comme multiple, et qui par conséquent répondra aux attentes de joueurs/apprenant tout autant diversifiés, pourrait expliquer la difficulté d'établir une conclusion sur l'intérêt du Serious Game comme support pédagogique performant. Notre travail semble apporter un éclairage sur cette problématique actuelle, puisqu'il a mis en exergue cette interaction entre niveau d'expertise dans les jeux vidéo, catégorie de Serious Game au niveau de la balance Gameplay/pédagogie, et intérêt à jouer à un Serious Game. Autrement dit, nous démontrons que la question de l'efficacité des Serious Games en tant que vecteur motivationnel au service de l'apprentissage doit être analysée de façon spécifique. En effet, chaque utilisateur aura des états motivationnels et émotionnels particuliers en fonction de caractéristiques qui lui sont propres et de celles qui déterminent la nature du Serious Game utilisé.

4. La relation entre le Flow et l'intérêt

Par ailleurs, l'optimisation du challenge proposé par le Serious Game apparaît comme essentielle pour garantir un état de Flow chez le joueur (Csikszentmihalyi, 1990 ; Chen, 2007). Comme nous l'avons constaté dans nos résultats sur l'étude 4, l'expertise mais aussi le type de Serious Game va également avoir une influence sur certaines composantes du Flow. Ce constat nous renvoie au concept de balance optimale (Lee, 2007 ; Kawabata, 2011), qui suggère l'idée d'adapter le challenge du jeu vidéo en considérant à la fois les caractéristiques du joueur et du jeu, de façon à réguler cette balance en fonction des paramètres d'entrée -les actions du joueur, représentatives de ses aptitudes, et par extension sa performance et son expertise-, et par rétroaction adapter les paramètres de sortie -les caractéristiques du jeu, telles que sa difficulté, son Gameplay, etc-. L'équilibre adapté entre les paramètres du joueur et celles du jeu a été brillamment implémenté dans le jeu *FIOW* de Chen (2007), garantissant un état de flow et par conséquent un sentiment de bien-être et un investissement total dans

le jeu. Et gardons à l'esprit qu'il s'agit de l'objectif de tout jeu vidéo; le joueur joue plus et plus longtemps s'il y prend un maximum de plaisir et si celui-ci propose une expérience adaptée à son comportement. Dans le contexte d'utilisation d'un Serious Games optimisé, le joueur y consacra plus de temps et jouera plus fréquemment, ce qui aura un effet positif sur tout apprentissage.

PERSPECTIVES

Comme nous l'avons énoncé en partie conclusive, les résultats de notre recherche doctorale présentent des limites. Tout d'abord, notre mesure de l'expertise est liée à notre approche conceptuelle, qui renvoie aux théories de la mémoire experte (Chase et Ericsson, 1981), de la mémoire de travail à long terme (Ericsson et Kintsch, 1995) et surtout à la théorie de la mémoire encyclopédique (Lieury, 2013). L'expertise pourrait se mesurer par d'autres dispositifs, en complément de la mesure effectuée via notre outil TECEJV, dans le but de comparer les résultats des scores obtenus via notre test avec les résultats des performances obtenues en phase de jeu. Les travaux de Orvis (2008) sur les compétences préalables (« *prior knowledge* » & « *game experience* »), en mesurant le niveau d'expertise des joueurs via les performances obtenues dans des jeux de type FPS, avec par exemple la précision du tir, le nombre d'erreurs, la rapidité avec laquelle le joueur atteint les cibles à atteindre, pourraient être une piste intéressante pour obtenir des mesures directes de l'expertise du joueur via les performances. Nous pensons que ce type de mesure pourrait s'avérer complémentaire avec les mesures effectuées après la phase de jeu via notre test TECEJV. Ensuite, nous avons considéré un aspect particulier de l'expérience-utilisateur, à savoir les dimensions motivationnelles et émotionnelles, par la mesure de l'intérêt et du Flow pour les Serious Games. Comme nous l'avons présenté, l'expérience-utilisateur se définit par un panel très large de paramètres, dont les aspects motivationnels et émotionnels n'en sont qu'une partie (cf **Figure 61**). Il nous apparaît alors intéressant de développer de nouveaux outils pour des mesures complémentaires de l'expérience-utilisateur, afin d'en évaluer un éventail plus large. Par exemple, les paramètres de but, de besoin et d'envie seraient intéressants à prendre en compte pour étoffer cette mesure de l'expérience-utilisateur dans le contexte d'usage des Serious Games. En outre, les éléments de l'expérience-utilisateur ne concernent pas que l'individu, mais aussi le dispositif qu'il va utiliser et l'interface entre ce dernier et lui-même. Les paramètres qui déterminent les usages, les lieux ou encore les supports nous apparaissent clairement essentiels à prendre en compte pour une mesure plus représentative de l'expérience-utilisateur. Cette perspective nous amène au point suivant.

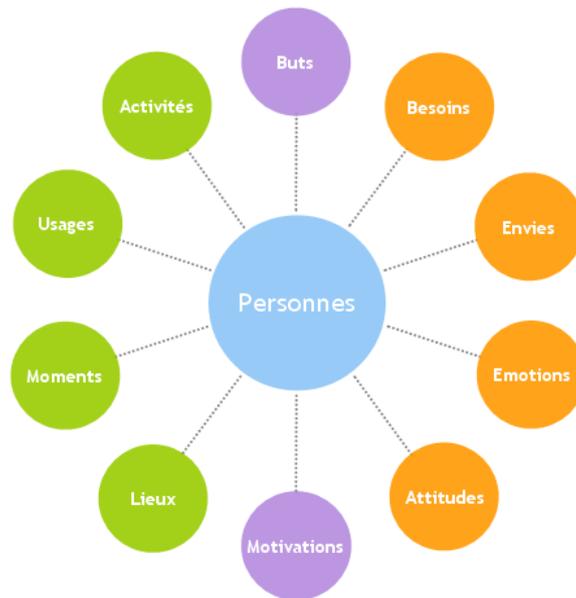


Figure 61 : La roue UX dans laquelle sont présentés les éléments de l'expérience-utilisateur (Jourdain, 2009)

Enfin, nous avons uniquement pris en compte des paramètres spécifiques de Serious Games, à savoir l'équilibre Gameplay/pédagogie pour des Serious Games portant sur la thématique du développement durable sur support de type ordinateur personnel. Nous nous sommes focalisés sur une thématique et un Gameplay/scénario pédagogique très restreint afin de faciliter nos démarches expérimentales, mais cette méthodologie présente ses limites, car notre expérience ne concerne qu'un fragment de ce que le Serious Game offre comme diversité d'usages, de formats, de Gameplay, etc. Nous pensons qu'il serait intéressant d'élargir cette perspective, notamment nous intéressant aux supports mobiles qui apparaissent comme le dispositif vidéoludique le plus populaire actuellement, au regard des résultats d'enquête sur les supports actuels et à venir de jeux vidéo. En outre, comme nous l'avons vu, les Serious Games sont amenés à être utilisés dans des contextes d'apprentissage de plus en plus diversifiés, les contextes principaux étant la santé, la formation professionnelle et le contexte scolaire. Nous pensons qu'il serait alors vraiment passionnant de pouvoir étendre nos investigations sur ces secteurs d'activités, afin d'étudier dans les secteurs principaux d'utilisation des Serious Games cette relation entre expertise, connaissances des jeux vidéo et paramètres motivationnels et émotionnels dans l'expérience-utilisateur.

BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques :

Abt C. (1970), *Serious Games*. The Viking Press, New York. [Lien vers l'ouvrage](#).

Ainley, M., Hidi, S., Berndorff, D. (2002). Interest, Learning, and the Psychological Processes That Mediate Their Relationship. *Journal of Educational Psychology*, v94 n3 p545-61, Sep 2002. [Lien vers l'article](#).

Alava, S. & Moktar, N. (2012). Les seniors dans le cyberspace: entre appropriation et rejet. *Recherches & éducations, Socié e Binet Simon*, 2012, p. 179-196. [Lien vers l'article](#).

Alexander, J.M., Johnson, K.E., Leibham, M.E., Kelley, K. (2008). The Development of Conceptual Interests in Young Children. *Cognitive Development*, v23 n2 p324-334, Apr-Jun 2008.

Alvarez, J. (2007). *Du jeu vidéo au serious game, approches culturelle, pragmatique et formelle*. Thèse de doctorat. Université Toulouse II - Toulouse le Mirail - Université Toulouse III - Paul Sabatier. [Lien vers la thèse](#).

Alvarez J., Djaouti D. (2010), *Introduction to the serious game*. Paris.

Alvarez, J., Rampnoux, O., Jessel, J.P., Methel, G., (2007) *Classification of Serious Games*. Proceedings of the symposium "H2PTM'07" (Collaborate, Exchange, Invent: Experiences of networks), Hammamet, Tunisia, Hermes Science, ISBN: 978-2-7462-1891-8, Lavoisier, 2007.

Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 471-423.

Baddeley, A.D., & Hitch, G.J. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). New York: Academic Press.

Berlyne, D. E. (1978). Curiosity and learning. *Motivation and Emotion*, 2, 97-175. [Lien vers l'article](#).

Binet A. (1894). *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs*, Paris, Hachette (réédité chez Slatkine Ressources, Paris, 1981). [Lien vers l'article](#).

Blais M. R., Briere N., Lachance L., Riddle A., Vallerand R., J. (1993), *The Inventory of Motivations at Work*, by Blais, *Revue québécoise de psychologie*, vol. 14, No. 3, 1993.

Changeux, J. P. (1983). *L'homme neuronal*. Fayard Paris.

Charness, N. (1976). Memory for chess positions: Resistance to interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 641-653. [Lien vers l'article](#).

Chase, W.G., & Ericsson, K.A. (1981). Skilled memory. In J.R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*. (pp.141-189). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Chase, W.G., & Ericsson, K.A. (1982). Skill and working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychologist of learning and motivation*. (Vol.16, pp. 1-58). NewYork: Academic Press.

Chase, W.G. & Simon H. A. (1973). Perception in chess, *Cognitive Psychology*, 4, 55-81. [Lien vers l'article](#).

Chen, J. (2007). Flow in games (and everything else) .*Community. ACM*, 50 (4): 31-34, 2007. [Lien vers la thèse](#).

Clemenson G. D., Stark Craig E. L. (2015). Virtual Environmental Enrichment through Video Games Improves Hippocampal-Associated Memory. *Journal of Neuroscience* 9 December 2015, 35 (49) 16116-16125. [Lien vers l'article](#).

Col, C., & Fenouillet, F. (2008). Déploiement du « e-learning » en sciences de l'éducation : Etat des lieux en France en 2006, *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*. [Lien vers l'article](#).

Cordova, D.I., Lepper, M.R. (1996). Intrinsic Motivation and the Process of Learning: Beneficial Effects of Contextualization, Personalization, and Choice. *Journal of Educational Psychology*, v88 n4 p715-30, Dec 1996.

Cosnefroy L. (2007). Les sens multiples de l'intérêt pour une discipline, *Revue française de pédagogie*, 159, 2007, 93-102. [Lien vers l'article](#).

Cosnefroy, L., & Fenouillet, F. (2009). Motivation et apprentissages scolaires. In P., Carré & F., Fenouillet (Ed.), *Traité de psychologie de la motivation*, Paris : Dunod.

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, Harper and Row, New York.

Csikszentmihalyi, M. (2004). *Vivre. La psychologie du Bonheur*. Robert Laffont. [Lien vers l'ouvrage](#).

Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeb, S., Nakamura, J. (2005) Flow. In Elliot, A. J., Dweck, C. S., *Handbook of competence and motivation*, 598-608, The Guilford press, New-york, London.

Csikszentmihalyi, M., & Kubey, R. (1981). Television and the Rest of Life: A Systematic Comparison of Subjective Experience. *Public Opinion Quarterly*, 45, 317-328.

Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (1987). Validity and reliability of the experience-sampling method. *Journal of Nervous & Mental Disease*, 175, 525–536.

Csikszentmihalyi, M. & Lefevre, J. (1989). Optimal experience in work and leisure, *Journal of personality and social psychology*, 56, 815-822.

Damasio, R. D. (1995). *L'erreur de Descartes*. Odile Jacob.

Darwin, C. (1898). *The expression of the emotions in man and animals*. D. Appleton and Company, New York.

Darwin, C. (1859/2008). *The origin of species*, London: John Murray, Albemarle Street. [Lien vers l'ouvrage](#).

Deci, E. L. (1971) Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation, *Journal of Personality and Social Psychology*, 18, 105-115.

Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York: Plenum.

Deci, E. L. (1980). *The psychology of self-determination*. Lexington, MA: Heath.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11, 227–268.

Deci, E. L., & Ryan, R.M. (2002). *Handbook of self-determination research*. The university of Rochester press, USA.

De Groot, A.D. (1965). *Thought and Choice in Chess*. pp. 485. The Hague: Mouton. 1965. [Lien vers l'ouvrage](#).

De Groot, A.D. (1978). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton Publishers. (Original publication in 1946.).

Déro, M. (1998). *Inventory of vocabulary and knowledge development of the Preparatory Course at the Sixth of Collège*. Doctoral Thesis in Psychology, University of Haute-Bretagne - Rennes 2, Rennes.

Déro, M., & Fenouillet, F. (2001). EIAO / Logiprof : étude d'un dispositif d'apprentissages en ligne en formation diplômante à distance. In colloque IUFM-Trigone.

Déro, M. & Fenouillet, F. (2014). Estimation du vocabulaire encyclopédique scolaire mémorisé à l'école élémentaire. *Bulletin de psychologie*, numéro 530, (2), 127-141. Doi : 10.3917/bupsy.530.0127. [Lien vers l'article](#).

Déro, M., Heutte, J. (2008). Impact des TIC sur les conditions de travail dans un établissement d'enseignement supérieur : auto-efficacité, flow et satisfaction au travail., Dans M. Sidir ; E. Bruillard et G.-L. Baron (dir). *Actes des journées communication et apprentissage instrumenté en réseau (JOCAIR-2008)* (p.193-205). Paris : Hermès Sciences, Lavoisier, ISBN : 978-2-7462-2138-3. [Lien vers l'article](#).

Dewey, J. (1913). *Interest and Effort in Education*. Riverside Educational Monographs. Boston : Houghton Mifflin Co. ; Cambridge : Riverside Press. [Lien vers l'ouvrage](#).

Didierjean A., Ferrari V., Cauzinille-Marmèche E. (2004). L'expertise cognitive au jeu d'échecs : quoi de neuf depuis De Groot (1946) ? In: *L'année psychologique*. 2004 vol. 104, n°4. pp. 771-793. [Lien vers l'article](#).

Ehrlich S., B. du Boucheron G., Florin A. (1978). Le développement des connaissances lexicales à l'école primaire. Paris, Presses Universitaires de France.

Ericsson, K.A. (1985). Memory skill. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 188-231.

Ericsson, K.A. (2004). Deliberate Practice and the Acquisition and Maintenance of Expert Performance in Medicine and Related Domains. [Lien vers l'article.](#)

Ericsson, K.A, & Kintsch, W. (1995). Long-term Working Memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesh-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance, *Psychological review*, 100, 363-406.

Ferdig, R. (2009). Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education. University of Florida. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Fenouillet, F. (1996a). Motivation et découragement. In Lieury, A. (ed.) *Manuel de psychologie de l'éducation et de la formation*, Paris, Dunod.

Fenouillet, F. (1996b). Motivation et mémoire. In Chappaz (ed.) *Construire et entretenir la motivation*, Presse de l'Université de Provence.

Fenouillet, F. (1997a). Motivation : Une question de compétence ? *Entreprise et Formation*.

Fenouillet, F. (1997b). Comment la motivation agit-elle sur la mémoire ? *Résonance*, 5, 6-7.

Fenouillet, F. (1998). The Nature of Interest, *Journal of Psychology of Education*, Vol. 3, No. 269-284.

Fenouillet, F. (1999). La motivation à l'école. 10^{ème} entretien de la Villette, Actes de colloque. *Apprendre autrement aujourd'hui* », Cité des sciences et de l'industrie. URL: [Lien vers la communication.](#)

Fenouillet, F. (2000). Un outil informatique pour étudier la lecture de texte électronique. *Les Cahiers de Théodile*, 1, 177-188.

Fenouillet, F (2001a). « Action de la motivation sur la mémoire », Colloque FCEP, La vraie question de l'école : l'enfant, Acte de colloques, Cahier FCEP n°46, 46-48, Paris.

Fenouillet, F. (2001b). La motivation chez les collégiens et les lycéens, in Golder, C. & Gaonac'h, C. (ed.) Profession Enseignant : Enseigner à des adolescents, Manuel de psychologie, Hachette Education.

Fenouillet, F. (2001c). Relation entre perception de compétence, sentiment d'autodétermination et projet », in Carré, C. (ed.) De la motivation à la formation, L'Harmattan.

Fenouillet, F. (2003a). La motivation à l'école, Colloque motivation à l'école et motivation au travail, Lowgwy.

Fenouillet, F. (2003b). La motivation, Les Topos, Dunod.

Fenouillet, F. (2003c). Motivation, mémoire et pédagogie. L'Harmattan.

Fenouillet, F. (2005a). L'informatique motive-t-elle ? Cahiers Pédagogiques, n° 429-430.

Fenouillet, F. (2005b). La motivation : Perspective en formation. Recherche en Soins Infirmiers, 83, 100-109.

Fenouillet, F. (2006). Un effort paradoxal. Résonance, 5, 6-7.

Fenouillet, F. (2009). Vers une approche intégrative des théories de la motivation. In P., Carré & F., Fenouillet (Ed.), Traité de psychologie de la motivation, Paris : Dunod.

Fenouillet, F. (2009b). Questionner la place des TICE : des outils au service des dispositifs ou des dispositions ? In G., Lameul, A., Jézégou, & B., Trollat (ed.) Articuler dispositifs de formation et dispositions des apprenants, Chronique Sociale, Lyon.

Fenouillet, F. (2012). Les théories de la motivation. Paris : Dunod. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Fenouillet, F. (2016). Les théories de la motivation. 2^{ème} édition. Paris : Dunod. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Fenouillet, F., & Déro, M. (2000). EAO, hypertexte et format des questions chez les élèves de CM2, in 2^e Journées de l'Innovation, actes de colloque sur CD-ROM, IUFM de Toulouse, 7 pages.

Fenouillet, F., Déro, M. (2001). Apprentissages en ligne en formation diplômante à distance : un bilan du dispositif d'étude EIAO / Logiprof, in 4^{ème} colloque international AECSE, actes de colloque sur CD-ROM, Lille.

Fenouillet, F., Déro, M. (2006). Le e-learning est-il efficace ? *Savoirs*, 12, 87-100.

Fenouillet, F., Kaplan, J. (2009). Impact of Learning Modalities on Academic Success, *Journal of Computing in Higher Education*.

Fenouillet, F., Kaplan, J. & Yennek, N. (2009). Serious Games and motivation. Le Mans. In: S. George, E. Sanchez. (Eds.) 4th Francophone Conference on Computer Environments for Human Learning (EIAH'09), vol. Proceedings of the Workshop "Serious Games: Design and Uses", p. 41-52.

Fenouillet, F., Lahanier Reuter, D., Caron, P. A., Kostrezwa, B., Emmanuel Ostenne, E. (2001). Etudes de stratégies d'élèves lors d'une tâche de résolution de problèmes dans un environnement informatique. In 4^{ème} colloque international AECSE, actes de colloque sur CD-ROM, Lille.

Fenouillet, F. & Lieury, A. (1996). Faut-il secouer ou dorloter les élèves ? Apprentissage en fonction de la motivation induite par l'ego et du niveau de mémoire encyclopédique en géographie. *Revue de Psychologie de l'Éducation*, 1, 99-124.

Fenouillet, F., Lieury, A. (2002). Mécanismes cognitifs, motivation et mémoire », in Montagner, H. (ed.) *L'enfant : la vraie question de l'école*, Odile Jacob.

Fenouillet, F., Marro, C., Meerschman, G., & Roussel, F. (2010). Motivations autodéterminées et lecture, *Enfance*.

Fenouillet, F. & Tomeh, B. (1998). La motivation agit-elle sur la mémoire ? *Éducation permanente*, 136, 37-45.

Fenouillet, F., Tomeh, B., & Godquin, I. (1999). Motivation et informatique en contexte scolaire, *Pratiques Psychologiques*, 3, 81-91.

Ferrari V. (2004). Perception dynamique au jeu d'échecs. Laboratoire de Psychologie Cognitive – CNRS. Université de Provence Aix-Marseille I. [Lien vers la thèse.](#)

Fletcher, J.D., & Tobias, S. (2011). Turning the corner in Educational Technology: Reflections on a half-century of research. *Educational Technology*, 51 (5), 14-20.

Fletcher, J.D., Tobias, S., Wisher, R. A. (2007). Learning anytime, anywhere: Advanced distributed learning and the changing face of education. *Educational Researcher*, 36(2), 96-102.

Fletcher, J D & Tobias, Sigmund ed (2011) *Computer games and instruction IAP* (Charlotte, NC & Eurospan, London) isbn 978-1-61735-408-3 552 pp.

Fourgous, J.-M. (2012). *Apprendre autrement à l'ère numérique – Se former, collaborer, innover : un nouveau modèle éducatif pour une égalité des chances.*

Frank, A. (2007). Balancing Three Different Foci in the Design of Serious Games: Engagement, Training Objective and Context. *Proceedings of Digital Games Research Association (DiGRA) 2007*, University of Tokyo, September 2007, pp-567-574.

Garrigues, P. (2001). Est-ce que les animaux jouent ? *Enfances & Psy*, n°15, (3), 11-17. doi :10.3917/ep.015.0011. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Gobet, F. (2000a). Some shortcomings of long-term working memory. *British Journal of Psychology*, 91, 551-570.

Gobet, F. (2000b). Retrieval structures and schemata: A brief reply to Ericsson and Kintsch. *British Journal of Psychology*, 91, 591-594. [Lien vers l'article.](#)

Gobet, F. & Simon, H.A. (1996). Templates in chess memory: a mechanism for recalling several boards. *Cogn Psychol.* 1996 Aug;31(1):1-40. [Lien vers l'article.](#)

Guida, A., Tardieu, H., & Nicolas. S (2009a). Mémoire de travail à long terme: quelle est l'utilité de ce concept ? *Emergence, concurrence et bilan de la théorie d'Ericsson et Kintsch (1995).* *L'Année Psychologique*, 109, 83-122. [Lien vers l'article.](#)

Guida, A., Tardieu, H., & Nicolas, S. (2009b). The personalization method applied to a working memory task: Evidences of long-term working memory effects. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21, 862-896.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2007). Action-Video-Game Experience Alters the Spatial Resolution of Vision. *Psychological Science*, 18(1), 88–94. [Lien vers l'article.](#)

Harachiewicz, J.M., Durik, A.M., Barron, K.E., Linnenbrink-Garcia, L. (2008). The Role of Achievement Goals in the Development of Interest: Reciprocal Relations between Achievement Goals, Interest, and Performance. *Journal of Educational Psychology*, v100 n1 p105-122 Feb 2008.

Hays, R. T. (2005). The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion. (Technical Report 2005-2004).

Heutte Jean, (2008), Influence de l'habituatation à l'usage de l'outil informatique sur l'apprentissage et les résultats scolaires d'élèves du cycles 3 de l'école primaire., *SPIRAL-e - Revue de Recherches en Éducation* 2008, n° 41, pp. 37-41. ISSN : 0994-3722.

Heutte, J., & Fenouillet, F. (2010). Proposals for a measurement of the optimal experience (state of Flow) in an educational context. Proceedings of the 26th International Congress on Education and Training (AREF) 2010. Geneva (Switzerland), 13 - 16 September 2010.

Heutte, J., Fenouillet, F., Boniwell, I., Martin-Krumm, C., Csikszentmihalyi, M. (2014). Optimal learning experience in digital environments: theoretical concepts, measure and modelisation, *Symposium "Digital Learning in 21st Century Universities: A Franco-American Perspective"*, Atlanta, GA.

Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549-571.

Hidi, S. (2001). Interest, Reading, and Learning: Theoretical and Practical Considerations. *Educational Psychology Review* (2001) 13: 191. Doi: 10.1023/A: 1016667621114. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, 111–127.

Huizinga, J. (1938). *Homo Ludens ; Essai sur la fonction sociale du jeu*. Première parution française en 1951. Trad. du néerlandais par Cécile Seresia. Collection Tel (n° 130), Gallimard. [Lien vers l'ouvrage](#).

Johnson K.E., Mervis C. B. (1997). Effects of varying levels of expertise on the basic level of categorization. *Journal of Experimental Psychology : General*, Vol 126(3), Sep 1997, 248-277. [Lien vers l'article](#).

Kasbi, Y. (2013). *Les Serious Games: une révolution ?* Ressources Humaines. 302pp. Edipro: 2012. [Lien vers l'ouvrage](#).

Kawabata, M. & Mallett, C.J. (2011). Flow experience in physical activity: Examination of the internal structure of flow from a process-related perspective. *Motiv Emot* (2011) 35: 393. Doi :10.1007/s11031-011-9221-1. [Lien vers l'article](#).

Kintsch, W. (1980). Learning from text, levels of comprehension, or: Why anyone would read a story anyway. *Poetics*, 9, 87-98.

Laveault, D. et Grégoire, J. (2014). *Introduction aux théories des tests en psychologie et en sciences de l'éducation* (3^e éd.). Bruxelles : De Boeck. [Lien vers l'ouvrage](#).

Lee, D. & LaRose R. (2007). A Social Cognitive Model of Video Game Usage. *Journal of Broadcasting & Electronic Media* Volume 51, 2007 - Issue 4. [Lien vers l'article](#).

Leroux, Y. (2008). Le jeu vidéo, un ludopaysage. *Enfances & Psy*, 38(1), 129-136.

Leroux, Y. (2012). *Les jeux video, ça rend pas idiot !* Fyp édition. [Lien vers l'ouvrage](#).

Lieury, A. (1989). Oubli et traitement de l'information en mémoire. In : *Communications*, 49, 1989. La mémoire et l'oubli, sous la direction de Nicole Lapierre. pp. 113-123. [Lien vers l'article](#).

Lieury, A. (1992). *La mémoire : Résultats et théories*, Mardaga.

Lieury, A. (1993). *Mémoire et réussite scolaire*. Paris, Dunod.

Lieury, A. (2005). *Psychologie de la mémoire : Histoire, théories, expériences*, Dunod, Paris.

Lieury, A., & Fenouillet, F. (2002). Motivation et estime de soi. *Résonnance*, 3, 10-13.

Lieury, A. & Fenouillet, F. (1996, 2006) *Motivation et Réussite scolaire*, Paris, Dunod.

Lieury, A., Le Mangourou, K., Louboutin, V. & Fenouillet, F. (1996). Trop, c'est trop ! De la résignation apprise à la rébellion en situation de difficulté intolérable. *Psychologie & Psychométrie*, 17, 37-56.

Lieury, A. & Lorant, S. (2013). Encyclopedic Memory: Long Term Memory Capacity for Knowledge Vocabulary in Middle School. *International Journal of Educational Psychology*, 2(1), 5680. doi: 10.4471/ijep.2013.18. [Lien vers l'article](#).

Lieury, A., Van Acker, P., Clevede, M., & Durant, P. (1992). Les facteurs de la réussite scolaire : Raisonnement ou mémoire sémantique ? *Psychologie et Psychométrie*, 13, 33-46.

Lieury, A., Van Acker, P., & Durant, P. (1995). Mémoire encyclopédique et réussite en 4^{ème} de collège. *Psychologie et Psychométrie*, 16, 25-48.

Lieury, A., Van Acker, P., & Durant, P. (1995). Mémoire encyclopédique et réussite en 3^{ème} et au brevet des collèges, *Psychologie et Psychométrie*, 16, 36-59.

Liu, X. (2010). *Using and Developing Measurement Instruments in Science Education: A Rasch Modeling Approach*. State University of New York, Buffalo. [Lien vers l'ouvrage](#).

Linnenbrink-Garcia, L., Durik, A.M., Conley, A.M., Barron, K.E., Tauer, J.M., Karabenick, S.A. & Harackiewicz, J.M. (2010). Measuring Situational Interest in Academic Domains. *Educational and Psychological Measurement*, v70 n4 p647-671 Aug 2010.

Lorant-Royer, S., Munch, C. Mescle, H & Lieury, A. (2010). Kawashima vs "Super Mario"! Should a game be serious in order to stimulate cognitive skills? *European Journal of Applied Psychology / European Review of Applied Psychology*, Volume 60, Issue 4, October 2010, Pages 221-232.

Lund, A.M. (2001). Measuring Usability with the USE Questionnaire. *STC Usability SIG Newsletter*, 8: 2.

Malone, T. W. (1980). What Makes Things Fun to Learn? A Study of Intrinsically Motivating Computer Games. Cognitive and Instructional Science Series CIS-7 (SSL-80-11). Aug 1980. Palo Alto Research Center. [Lien vers l'article.](#)

Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction, *Cognitive Science*, 5, 1981, p. 333–369.

Maslow, A. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 370-393.

Maslow, A. (1954). *Motivation and personality*. New York, Harper.

Meyer, T. (2009). Cognition motivée : une illustration à propos de la communication des risques et du changement d'attitude, In P., Carré & F., Fenouillet (Ed.), *Traité de psychologie de la motivation*, Paris : Dunod.

Miller, N. E. (1941). An experimental investigation of acquired drives. *Psychological Bulletin*, 38, 534-535.

Miller, N. E. (1948). Studies of fear as an acquirable drive: I. Fear as motivation and fear-reduction as reinforcement in the learning of new responses. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 89-101.

Miller, N. E. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, Vol 63(2), Mar 1956, 81-97. [Lien vers l'article.](#)

Miller, N. E. & Dollard, J. (1944). *Social learning and imitation*. New York: Ronald Press.

Mitchell, M. (1993). Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 85, No. 3, 424-436, 1993.

Moneta, G. B., & Csikszentmihalyi, M. (1996). The effect of perceived challenges and skills on the quality of subjective experience. *Journal of Personality*, 64, 266–310.

Myles-Worsley, M.; Johnston, W. & Simons, M. (1988). The influence of expertise on X-ray image processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol 14(3), Jul 1988, 553-557. [Lien vers l'article.](#)

Newell, A., & Simon, H. A. (1972). Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. [Lien vers l'article.](#)

Norman, D. (2013). The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition. Basic Books. 368 pp. ISBN-10: 0465050654. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Olsen, L. W. (2003). Essays on Georg Rasch and his Contributions to Statistics. Department of Economics, University of Copenhagen. [Lien vers la thèse.](#)

Olson, C. K. (2010). Children's Motivations for Video Game Play in the Context of Normal Development. *Review of General Psychology*. 2010, Vol. 14, No. 2, 180–187. [Lien vers l'article.](#)

Orvis, K., Horn, D. & Belanich, J. (2008). The roles of task difficulty and prior videogame experience on performance and motivation in instructional videogames. *Computers in Human Behavior* 24 (2008) 2415–2433. [Lien vers l'article.](#)

Piaget, J. (1926). La représentation du monde chez l'enfant, Quadrige, Presses universitaires de France, 2003. (1^{re} édition : PUF, 1926). [Lien vers des extraits de l'ouvrage.](#)

Postal V., & Lieury A. (1998). Organisation de la mémoire encyclopédique : étendue et spécificité, implication dans la réussite scolaire, *Revue européenne de psychologie appliquée*, 48,2, 113-126.

Prensky, M. (2001a) "Digital Natives, Digital Immigrants Part 1" [On the Horizon](#) Vol. 9 No. 5, October 2001, pp.1-6. [Lien vers l'article.](#)

Prensky, M. (2001b) "Digital Natives, Digital Immigrants Part 2: Do they really think differently?" [On the Horizon](#) Vol. 9 No. 6, pp.1-6. [Lien vers l'article.](#)

Przybylski A. K., Rigby C. S. (2010). A motivational model of video game engagement. *Review of General Psychology*. 2010, Vol. 14, No. 2, 154–166. [Lien vers l'article.](#)

Rampoux, O., Djaouti, D., Alvarez, J. (2016). Apprendre avec les Serious Games ? Edition Réseaux Canopé. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Rasch, G. (1960). Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. *Studies in Mathematical Psychology I*. Danmarks pædagogiske Institut. Copenhagen. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Rasch, G. (1961). On general laws and the meaning of measurement in psychology. Proc. 4 Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Theory of Probability, 20/6-30/7 1960. Vol. IV. p. 321-333. Berkeley: University of California Press.

Ryan, R. M., Rigby C. S. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation & Emotion*. DOI 10.1007/s11031-006-9051-8. [Lien vers l'article.](#)

Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299- 323.

Schraw, G., Lehman, S. (2001). Situational Interest: A Review of the Literature and Directions for Future Research. *Educational Psychology Review*, Vol. 13, No. 1. (2001), p. 23-52.

Seligman M. E. P., Csikszentmihalyi, Mihalyi (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, Vol 55(1), Jan 2000, 5-14. [Lien vers l'article.](#)

Sheldon, K. M., Abad, N., Ferguson, Y., Gunz, A., Houser-Marko, L., Nichols, C. P., & Lyubomirsky, S. (2010). Persistent pursuit of need satisfying goals leads to increased happiness : A 6-month experimental longitudinal study. *Motivation and Emotion*, 34, 39–48. [Lien vers l'article.](#)

Simon H.A. & Gobet F. (2000). Expertise Effects in Memory Recall: Comment on Vicente and Wang (1998). *Psychological Review*. 2000, Vol. 107, No. 3, 593-600. [Lien vers l'article.](#)

Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory* 82 (2004) 171–177. [Lien vers l'article.](#)

Subrahmanyam K., Greenfield P. M. (1994). Effect of Video Game Practice on Spatial Skills in Girls and Boys. *Journal of applied Developmental Psychology*. N°15; 13-32 (1994). [Lien vers l'article.](#)

Sweller, J. (1988). Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive science*, 12, 257-285 (1988). University of New South Wale. [Lien vers l'article.](#)

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol 43. San Diego: Academic Press.

Tobias, S. (1994). Interest, prior knowledge, and learning. *Review of Educational Research*, 64, 37-54.

Tobias, S. (2009). An eclectic appraisal of the success or failure of constructivist instruction: In S. Tobias, & T.D. Duffy (Eds.), *Constructivist instruction: Success or failure?* (pp. 335-350). New York: Routledge, Taylor and Francis.

Tobias, S. (2010). The expert reversal effect and aptitude treatment interaction research. *Instructional Science*, 38, 309-312.

Tobias, S., & Everson, H.T. (2009). The importance of knowing what you know: A knowledge monitoring framework for studying metacognition in education. In D.L. Hacker, J. Dunlosky, & A. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 107-127). New York: Routledge, Taylor and Francis.

Tobias, S., & Fletcher, J.D. (2007). What research has to say about designing computer games for learning? *Educational Technology*, 47(5), 20-29.

Tobias, S., & Fletcher, J.D. (2008). Expanding opportunities through on-demand learning. In T. L. Good (Ed.), *21st Century education: A reference handbook* (Vol. 2, pp. 238-245). New York: Sage.

Tobias, S., & Fletcher, J.D., (2009). Transforming learning with technology redux. *Educational Technology*, 49(3), 54-58.

Tobias, S. & Fletcher, J.D. (2011). *Computer games and instruction*. Charlotte NC: Information Age. [Lien vers l'ouvrage.](#)

Tobias, S., Fletcher, J., Dai, D. Y. & Wind, A. P. (2011). Review of research on computer games. In S. Tobias & J. D. Fletcher (Eds), *Computer games and instruction* (pp. 127–222). Charlotte: Information Age Publishing.

Tobias S., Fletcher D. (2012) *Learning from Computer Games: A Research Review*. In: De Wannemacker S., Vandercruysse S., Clarebout G. (eds) *Serious Games: The Challenge*. Communications in Computer and Information Science, vol 280. Springer, Berlin, Heidelberg.

Tricot, A. (2005). De l'intelligence à l'expertise, les effets de la diversité. *Séminaire "Education, cognition, cerveau"*, Académie des Sciences, Paris, 9-10 novembre. [Lien vers l'article.](#)

Tricot, A., (2010). Les modes d'apprentissage par le numérique dans l'école et hors de l'école. Journée d'étude de l'Association Professionnelle de l'Inspection Générale de l'Education Nationale, Ecole Nationale de Commerce de Paris, 21 octobre.

Tulving, E. & Pearlstone, Z. (1966). Availability Versus Accessibility of Information in Memory for Words. University of Toronto, Canada. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. Volume 5, No. 4, Aug. 1966. [Lien vers l'article](#).

Tulving, E. & Thomson D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. Psychological Review, Vol 80(5), Sep 1973, 352-373. [Lien vers l'article](#).

Vallerand, R. J., Blais, M. R., Brière, N. M., & Pelletier, L. G. (1989). Construction et validation de l'Echelle de Motivation en Education (EME). Revue Canadienne des Sciences du Comportement, 21, 323-349.

Vallerand, R.J., & Blanchard, C. (1998). Education permanente et motivation : contribution du modèle hiérarchique de la motivation intrinsèque et extrinsèque. Education Permanente, 136,15-36.

Vallerand, R. J., Blanchard, C. M., Mageau, G. A., Koestner, R., Ratelle, C., Léonard, M., Gagné, M., & Marsolais, J. (2003). Les passions de l'âme : On obsessive and harmonious passion. Journal of Personality and Social Psychology, 85, 756–767.

Vallerand, R.J., Carbonneau, N., & Lafrenière, M.A.K (2009). La Théorie de l'Autodétermination et le Modèle Hiérarchique de la Motivation Intrinsèque et Extrinsèque : Perspectives Intégratives. In P. Carré, & F. Fenouillet, Traité de psychologie de la motivation, Dunod, Paris.

Vallerand, R. J., Mageau, G. A., Elliot, A. J., Dumais, A., Demers, M.A. ; Rousseau, F. (2008). Passion and performance attainment in sport. Psychology of Sport and Exercise, Vol 9(3), 373-392.

Vallerand, R.J., Thill, E.A. (1993) Introduction à la psychologie de la motivation, Québec, Vigot.

Vicente, K.J. & Wang, J.H. (1998). An ecological theory of expertise effects in memory recall. Psychol Rev. 1998 Jan;105(1):33-57. [Lien vers l'article](#).

Visser, W. & Falzon, P. (1992). Catégorisation et types d'expertise. Une étude empirique dans le domaine de la conception industrielle. Intellectica, 1992/3, 15, pp. 27-53.

Vogel, J.J., Greenwood-Ericksen, A., Cannon-Bowers, J. & Bowers, C.A. (2006). Using Virtual Reality with and without Gaming Attributes for Academic Achievement. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(1), 105-118.

Vygotsky, L. S. (1934). *Pensée et langage*. Trad. de Françoise Sève. Editions Sociales. Paris, 1997. [Lien vers l'ouvrage](#).

Wallon, H. (1941). *L'évolution psychologique de l'enfant*. Broché, 2012. [Lien vers l'ouvrage](#).

Winnicott, D. W. (1971). *Jeu et réalité. L'espace potentiel*. Gallimard.

Wolff, M., Sperandio, J.C., Després, S. (2010). Modélisation de l'activité cognitive d'expertise et développement d'un système informatique d'aide à l'analyse des accidents automobiles. Ergoia 2010, Paris. [Lien vers l'article](#).

Wood G. (1967). Mnemonic systems in recall. *Journal of Educational Psychology Monographs*. 58, n°6, DOI : 10.1037/h0021519. [Lien vers l'article](#).

Wouters, P., Van der Spek, E. D. (2013). A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games. *Journal of Educational Psychology*. Advance online publication. doi: 10.1037/a0031311. [Lien vers l'article](#).

Yee, N. (2006). Motivations for Play in Online Games. *CyberPsychology & Behavior*. January 2007, 9(6): 772-775. doi:10.1089/cpb.2006.9.772. [Lien vers l'article](#).

Yennek, N., (2014). Contribution de l'intérêt situationnel à une reconsidération de la satisfaction dans la formation pour adultes. [Lien vers la thèse](#).

Références de sondages et d'enquêtes :

ESA (2009). Essential Facts about the computer and video game industry. Sales, Demographic and usage data. [Lien vers l'enquête](#).

CREDOC (2014). La diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française. Juin 2014. Département condition de vie et aspiration. [Lien vers l'enquête](#).

IDATE (2010) Serious Game : Market & data report. [Lien vers l'enquête](#).

OTeN (2011). Le Serious game : contexte économique, contexte stratégique et contexte d'actions. [Lien vers l'enquête.](#)

SELL/GFK (2014). L'essentiel du jeu vidéo : données marché et consommation France. Syndicat des Editeurs des Logiciels de Loisirs. [Lien vers l'enquête.](#)

Sitographie :

AFJV : L'Agence Française pour le Jeu vidéo. Directeur Général : [Emmanuel Forsans](#). [Lien vers le site web.](#)

ErgoIHM. Plateforme d'information en ergonomie des interfaces Homme-Machine. [Lien vers le site web.](#)

ESA. Entertainment Software Association. Plateforme associative d'étude du jeu vidéo aux USA et dans le monde. [Lien vers le site web.](#)

FIOw : jeu vidéo développé par Jenova Chen dans le cadre de sa thèse de doctorat sur le game design et son système d'Ajustement Dynamique de Difficulté (ADD). [Lien vers le jeu online.](#)

GoogleSites : Support web pour les passations expérimentales. [Lien vers le site web.](#)

Jeuxvidéo.com : Site d'actualité, de tests de jeux vidéo, ayant notamment permis la création de la liste des jeux vidéo pour le test TECEJV. [Lien vers le site web.](#)

LimeSurvey : lien vers le test TECEJV au format brut composé de 137 items+questions complémentaires. [Lien vers le site web.](#)

Ludoscience : Studying Video Games. Julien Alvarez, Damien Djaouti & Olivier Rampnoux. [Lien vers le site web.](#)

Openclassroom : Site web d'e-formation notamment sur la programmation informatique et sur la manipulation des logiciels de modélisation 3D, d'infographie et de traitement de l'image. [Lien vers le site web.](#)

R bloggers : Site d'informations et de tutoriels qui regroupent une communauté de blogueurs sur le langage R. [Lien vers le site web.](#)

R Language Definition : Site web de présentation du langage et tutoriels pour l'apprentissage du logiciel. [Lien vers le site web.](#)

RISC : Relais d'Information sur les Sciences Cognitives, UMS 3332. [Lien vers le site web.](#)

Le blog SeriousGame.be : Site d'informations sur l'actualité et la conceptualisation du Serious Game par Yasmine Kasbi. [Lien vers le site web.](#)

Statistica : Support pour l'utilisation du logiciel d'analyses statistiques. [Lien vers le site web.](#)

SPSS : Support pour l'utilisation du logiciel d'analyses statistiques. [Lien vers le site web.](#)

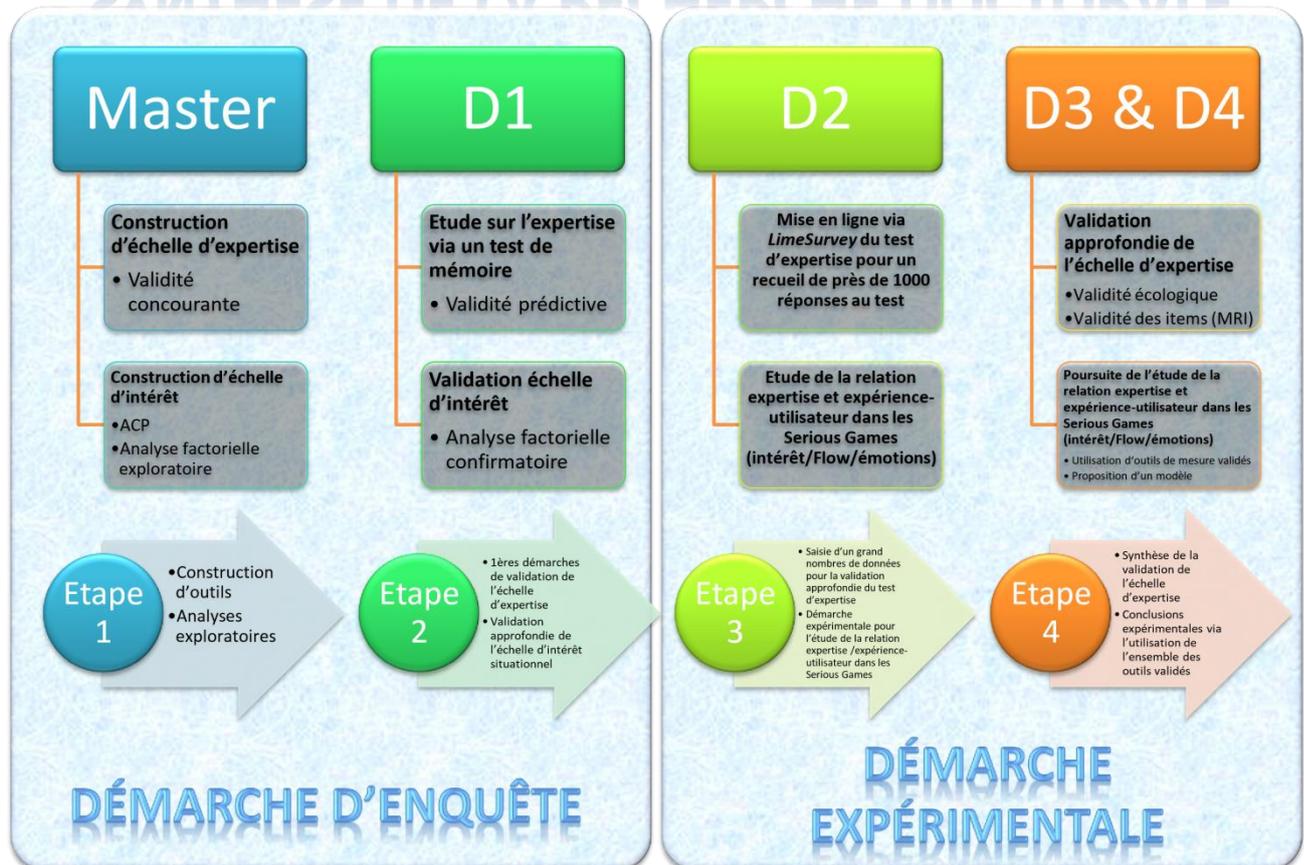
Wikipedia : Ressource encyclopédique libre et accès riche vers de la bibliographie et sitographie. [Lien vers le site web.](#)

Winsteps : Logiciel d'analyses pour l'application du modèle de Rasch à un paramètre ; support et tutoriels. [Lien vers le site web.](#)

ANNEXES

- Organisation de la thèse

SYNTHÈSE DE LA RECHERCHE DOCTORALE



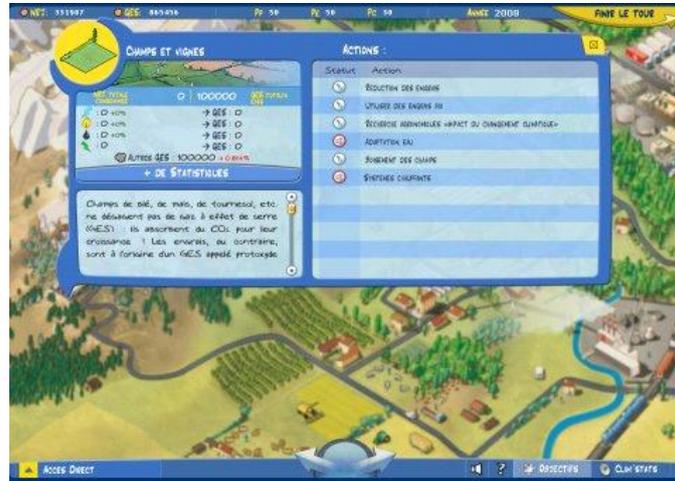
ETUDE 1 : CONSTRUCTION ET VALIDATION DE L'ECHELLE D'INTERET POUR LES SERIOUS GAMES IS2G

- Présentation des Serious Games de l'étude :

Voici une présentation des caractéristiques des 4 Serious Games utilisés dans le cadre de l'étude 1 pour la construction et la validation de l'échelle d'intérêt pour les Serious Games IS2G. Chacun de ces Serious Games a pour thème **l'écologie et plus spécifiquement le développement durable**. Le choix porté vers ce thème s'est fait pour deux raisons : premièrement, il s'agit d'un sujet très actuel, les problématiques sociétales autour du développement durable étant particulièrement présentes et riches dans notre société. La deuxième raison est la conséquence de la première. En effet, du fait que le développement durable soit un sujet de société particulièrement présent et débattu, la proportion de Serious Game qui porte sur ce sujet est importante, ce qui nous a permis de faciliter leur sélection.

SERIOUS GAME 1: CLIMWAY

Lien Web: <http://serious.classification.com/FR/games/12888-ClimWay/index.html>



Année d'édition : 2008

Développeur : Cap Sciences/ Objectif Prod (France)

Présentation : Il s'agit d'un jeu dans lequel il faut prendre des mesures pour mettre en place ou améliorer les infrastructures d'une ville afin de gérer le niveau de consommation énergétique, des émissions de gaz à effet de serre, l'opinion publique, le budget... Chacune des actions est décrite de façon concrète et précise. Différents paramètres sont mis en évidence : le coût de l'action, l'effet sur l'environnement, l'effet sur la consommation énergétique, etc. Une fois que le joueur a terminé son tour il passe à l'année suivante et observe les conséquences de ses choix sur la gestion de la ville. Le jeu s'étend sur une période de 10 ou 20 années en fonction du niveau de difficulté choisi. A l'issue de cette période, le joueur est évalué.

Type de Serious Game : Newsgame. Il s'agit d'un type de Serious Game qui donne de l'information sur des thématiques actuelles.

Gameplay : C'est un Serious Game de type Jeu avec objectifs explicites à accomplir

Intention (s'ajoutant à l'aspect ludique) : Diffuser un message informatif et diffuser un message éducatif

Marché : Divertissement- écologie

Style de jeu : Gestion

Environnement de jeu : 2 dimensions. Le joueur a un point de vue aérien sur la ville. Il déplace ce point de vue en déplaçant la souris.

Commandes : Souris

Support logiciel : Le jeu se joue en ligne sur le réseau Internet et a été développé en Flash.

SERIOUS GAME 2: CLIMATE CHALLENGE

Lien Web: <http://serious.gameclassification.com/FR/games/2972-Climate-Challenge/index.html>



Année d'édition : 2006

Développeurs : Red Redemption & BBC (Royaume-Uni)

Présentation : Ce Serious Game est destiné à informer et sensibiliser le joueur sur le réchauffement climatique. En incarnant la présidence de l'Europe de 2000 à 2100, le joueur doit choisir parmi plusieurs stratégies politiques dans divers domaines telles que le commerce ou encore l'industrie afin de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Chacune de ces actions a des conséquences sur le budget, l'opinion publique et l'émission de CO2 dans l'atmosphère.

Type de Serious Game : Newsgame

Gameplay : C'est un Serious Game de type Jeu avec objectifs explicites à accomplir

Intention (s'ajoutant à l'aspect ludique) : Diffuser un message informatif

Marché : Écologie

Style de jeu : Gestion

Environnement de jeu : 2 dimensions. Le joueur ne peut déplacer son point de vue. Les informations lui parviennent par le biais de l'interface et par des animations.

Commandes : Souris

Support logiciel : Le jeu se joue en ligne sur le réseau Internet et a été développé en Flash.

SERIOUS GAME 3: ELECTROCITY

Lien Web: <http://serious.classification.com/EN/games/950-ElectroCity/index.html>



Année d'édition : 2007

Développeurs : Genesis Energy (Nouvelle Zélande)

Présentation : Ce Serious Game est un jeu de type gestion, dans lequel l'utilisateur construit sa ville, est amené à optimiser sa dépense énergétique et à préserver l'environnement. Le budget et la satisfaction des habitants sur la qualité de vie sont également des paramètres dont le joueur doit tenir compte afin de faire prospérer sa ville. A l'issue de l'intervalle de X années écoulé, un système de classement permet de comparer sa ville à celle des autres joueurs.

Type de Serious Game: Edumarket Game

Gameplay : C'est un Serious Game de type Jeu avec objectifs explicites à accomplir

Intention : Diffuser un message informatif et diffuser un message de marketing ou communication.

Marché : Entreprise et écologie

Style de jeu : Gestion

Environnement de jeu : 2 dimensions. Le joueur a un point de vue aérien sur la ville. Il déplace ce point de vue en déplaçant la souris. Il peut également zoomer sur un point précis.

Commandes : Souris

Support logiciel : Le jeu se joue en ligne sur le réseau Internet et a été développé en Flash.

SERIOUS GAME 4: ENERGY CITY

Lien Web: <http://serious.gameclassification.com/FR/games/14883-Energy-City/index.html>



Année d'édition : 2009

Développeurs : Filament Games & The JASON Project (États-Unis)

Présentation : Ce Serious Game est un jeu de type gestion dans lequel l'utilisateur doit assurer les besoins énergétiques d'une ville tout en tenant compte du développement durable. Les porte-paroles de la ville vous suggèrent de mettre en place des actions allant dans ce sens et vous choisissez de vous y engager ou non. Si vous parvenez à tenir vos engagements, des conséquences positives se répercutent sur le budget de la ville. La gestion de la ville se fait sur une période de X années et le joueur est évalué à l'issue de la fin de la partie.

Type de Serious Game : Edugame (ludo-éducatif)

Gameplay : C'est un Serious Game de type Jeu avec objectifs explicites à accomplir

Intention : Diffuser un message éducatif

Marché : Éducation

Style de jeu : Gestion

Environnement de jeu : 2 dimensions. Le joueur a un point de vue aérien sur la ville. Il déplace ce point de vue en déplaçant la souris.

Commandes : Souris

Support logiciel : Le jeu se joue en ligne sur le réseau Internet et a été développé en Flash

<p style="text-align: center;">ETUDE 2 : CONSTRUCTION ET VALIDATION DU TEST D'EXPERTISE BASE SUR LES CONNAISSANCES ENCYCLOPEDIQUES DANS LES JEUX VIDEO</p>

- **Application du modèle de Rasch :**

Voici le détail des 10 étapes décrites par Liu (2010) pour l'application du modèle de Rasch (1960) :

- 1. Définir le construit du test caractérisé par un paramètre unidimensionnel**

Lorsque nous cherchons à définir le construit à mesurer, celui-ci ne doit intégrer qu'une dimension unique allant du niveau le plus bas au plus important de cette dimension, afin de l'évaluer dans son ensemble (Liu, 2010). Dans le cadre de l'application du modèle de Rasch, une échelle de mesure ne doit être relative qu'à une seule dimension d'un objet à mesurer, malgré le fait qu'il puisse y avoir de multiples composantes permettant d'évaluer cet objet.

- 2. Identifier les comportements correspondants à différents niveaux du construit défini précédemment**

L'étape suivante consiste à développer un pré-test qui permettra de définir les différents types d'items composants le futur instrument de mesure, et permettant de solliciter les réponses des participants testés. Ce pré-test décrit les paramètres impliqués dans le construit défini dans l'étape précédente, et permettra de déterminer le développement des items. Du fait que le construit se doit d'être unidimensionnel, les paramètres des items doivent également être hiérarchiques, allant de l'item le plus simple au plus complexe en termes de difficulté.

- 3. Définir les comportements qui sont hors du champ défini par le construit**

Lorsque la spécification du test en cours de construction est définie, un premier ensemble de panel d'items peut alors être développé, et les éléments concernant les caractéristiques de réponses aux items sont mis au point. Le score des items permet de définir un ensemble et ses limites, et par conséquent les réponses hors du champ défini par le construit (« *outcome space of items* »). Les items doivent pouvoir intégrer le maximum de réponses possibles permettant de mesurer l'objet en question, et doit être développé de manière à anticiper le maximum de réponses possibles, notamment les non-réponses ou les différentes catégories de mauvaises réponses, etc. Un pré-test avec un petit effectif de répondants peut aider à tester ces caractéristiques d'items sur le premier ensemble de panel d'items proposés. A

l'issue de cette étape, le premier ensemble d'items pourra faire l'objet d'un premier test sur le terrain.

4. Etablir une série de test avec un échantillon représentatif de la population

Il s'agit ici de tester le premier ensemble d'items mis au point dans l'étape précédente. L'idée est de sélectionner un échantillon de répondants représentatif de la population que l'on souhaite évaluer. Mais plus important encore dans le cadre de l'application du modèle de Rasch, l'échantillon sélectionné et testé devra idéalement pouvoir explorer l'ensemble des possibilités de réponses que le construit propose, de manière à s'assurer que tous les niveaux de compétences des répondants pris en compte dans le construit mesuré corresponde au niveau de difficulté des items.

5. Tester l'outil de mesure

Après avoir récupéré les données de la première étude sur le terrain, il s'agit dans cette étape d'appliquer le modèle de Rasch. Pour cela, il existe plusieurs logiciels permettant de réaliser ce type d'analyse. Les programmes les plus usités permettant d'appliquer le modèle de Rasch sont Winsteps, Facets, Quest/ConQuest et RUMM. Il existe également des modules spécifiques pour l'application du modèle de Rasch utilisables dans R.

Le programme que nous avons choisi d'utiliser est **Winsteps**. Celui-ci est disponible sous le système d'exploitation Microsoft Windows. Il est particulièrement populaire aux Etats-Unis. Il intègre une grande variété de type de variables, telles que les variables dichotomiques mais aussi les items à choix multiples, les échelles de Likert, etc. Ces diverses catégories d'items peuvent être combinées au sein d'une même analyse. La structure des items et des réponses peut être analysées en détail. La capacité du programme va au-delà de 20000 personnes et 1000 items. Il existe une version gratuite du programme, appelé **Bigsteps**.

Un point important à mentionner dans cette étape concerne justement la taille de l'effectif et le nombre d'items nécessaires pour mener à bien l'application du modèle de Rasch. D'après Liu (2010, p. 51), cette question a fait l'objet de nombreuses études. Un consensus fut établi et propose que la taille minimale de l'effectif de répondants soit de 50. Comme l'indique Liu (2010) en citant Wright et Tennant (1996), avec un effectif de répondants composé de 50 individus, il y a 99% de chance que l'estimation de la difficulté de l'item soit comprise dans plus ou moins 1 logit de sa valeur stable, ce qui apparait comme un intervalle de confiance

suffisant pour la plupart des études. Ceci est dû au fait que le modèle de Rasch ne contient qu'un seul paramètre – la difficulté de l'item-, et que l'estimation des paramètres de Rasch ne dépend pas de la distribution de l'échantillon évalué.

6. Revoir les caractéristiques d'ajustement statistique des items et revoir les items si nécessaires

Les données d'ajustement statistiques principales des items sont la moyenne résiduelle au carré (*mean square residual* : **MNSQ**) et la moyenne résiduelle au carré standardisée (*standardized mean square residual* : **ZSTD**). Ces deux indices sont établis à partir de la différence entre ce qui est observé et ce qui est supposé dans le modèle de Rasch (Liu, 2010 ; p.52). Dans l'analyse qui ressort de l'application du modèle de Rasch, deux méthodes permettent de faire la synthèse de ces deux indices sur l'ensemble des individus testés pour chaque item, permettant d'obtenir quatre indices d'ajustement. A partir de ces 4 indices, il sera possible de déterminer quels sont les items retenus et les items à rejeter.

La statistique INFIT (INFIT MNSQs et INFIT ZSTDs) va assigner plus de poids pour les réponses des personnes proches de la probabilité de 50%, tandis que la statistique OUTFIT (OUTFIT MNSQs et OUTFIT ZSTDs) représente une simple moyenne des indices MNSQ et ZSTD sur l'ensemble des individus testés (Liu, 2010 ; p. 53). De ce fait, la statistique OUTFIT sera plus sensible aux réponses extrêmes. La règle de base est que les items auront un modèle d'ajustement acceptable si les statistiques INFIT et OUTFIT MNSQ se situent entre 0.7 et 1.3, et que les statistiques INFIT et OUTFIT ZSTD se situent entre -2 et +2.

La statistique PTMEA correspond à une corrélation du « point-mesure », et indique comment l'item contribue à la difficulté de l'item. Cet indice de corrélation doit donc être nécessairement significatif - une corrélation supérieure ou égale à .6- pour considérer que l'item est valide.

Un des autres aspects relatifs à l'analyse du modèle d'ajustement des items concerne la catégorie d'item, c'est-à-dire sa nature dichotomique ou polytomique (Liu, 2010 ; p. 55). Ici, nous cherchons alors à déterminer si les différents types de réponses fonctionnent ou non, afin de les retenir ou les rejeter. Dans notre cas, nous avons fait le choix de traduire les réponses possibles de notre test à deux possibilités : bonne ou mauvaise réponse. Nous

sommes donc dans le cas de figure basique d'une échelle dichotomique, ce qui implique que cette analyse n'est donc pas nécessaire.

7. Examiner la « Wright map », et l'unidimensionnalité des items

La « **Wright map** » est une représentation graphique mettant en évidence comment chaque item va cibler les individus testés. Cela sous-entend que chaque item va plus ou moins cibler un niveau de compétences plus ou moins important impliquant le fait de pouvoir répondre correctement ou non à l'item. Ce graphique permet à la fois de visualiser la difficulté de chaque item et les compétences des individus le long de la même échelle linéaire. Une bonne échelle de mesure devrait pouvoir cibler la population voulue en faisant correspondre la distribution de la difficulté de l'item avec la distribution du niveau d'aptitude à répondre correctement à chaque item des individus testés (Liu, 2010 ; p. 56). Tout « saut » dans la représentation de la « Wright Map » va alors indiquer que les individus entre ces sauts ne sont pas différenciés avec suffisamment de précision dû au manque d'items à ce niveau.

L'unidimensionnalité des items est également une étape cruciale pour valider l'instrument de mesure et les items qui le compose (Liu, 2010 ; p.57). Dans cette étape, il faut alors déterminer qu'il n'existe qu'un seul trait latent qui explique les caractéristiques des items. Cependant, cela n'implique pas qu'il n'existe qu'un trait latent unique parmi les individus testés en rapport avec leurs réponses aux items. L'important ici est de vérifier si un facteur principal existe et explique la variance dans les réponses aux items (Stout, 1990).

Premièrement, la statistique d'ajustement des items est examinée, et les items non ajustés pourraient mesurer d'autres dimensions. Ensuite, la dimensionnalité des résidus de Rasch est analysée. Ces résidus ont une variance non expliquée par les mesures de Rasch. Si les items sont unidimensionnels et que l'ajustement du modèle de Rasch est acceptable, alors il est possible de considérer qu'il n'y aura pas une variance importante des résidus restants, et l'analyse des résidus ne devrait pas résulter d'un facteur principal.

Cependant, si l'analyse de la variance des résidus de Rasch résulte d'un ou plusieurs facteurs principaux, et que les items qui pourraient être mesurés sur la base d'un autre construit, nous devons alors être amenés à considérer que l'unidimensionnalité de l'instrument est remise en cause.

Un diagramme de dispersion pourrait nous montrer comment les items sont corrélés avec un potentiel construit additionnel non modélisé par l'application du modèle de Rasch. Dans cette représentation graphique, si les données de réponses d'un individu sont idéalement unidimensionnelles, alors le modèle de Rasch devrait expliquer 100% de la variance. En fonction de la part de variance expliquée par le modèle de Rasch, on considèrera une part plus ou moins importante de variance non expliquée et donc résiduelle. Nous suspecterons alors un construit additionnel, un facteur non expliqué par le modèle de Rasch. **Il faudra alors étudier les corrélations des items, et retenir ceux ayant un indice élevé, compris entre -0.4 et 0.4, afin de les rejeter ou les modifier.** En effet ces items ne seront pas acceptables en l'état, car représentatifs d'une dimension non expliquée par le modèle de Rasch, ce qui implique un instrument de mesure ayant plusieurs dimensions.

8. Répéter les étapes 4 à 7 jusqu'à ce qu'un panel d'items ajusté soit mis en évidence par le modèle de Rasch et définir une échelle

D'après Lenacre (2012) pour l'utilisation du logiciel Winsteps sur l'application du modèle de Rasch (**Winsteps** tutorial 4, page 1), le modèle de Rasch incarne un idéal en termes de mesures, cet idéal étant systématiquement violé par les données réelles. Ces violations peuvent n'avoir aucune conséquence même si les analyses montrent des valeurs significatives. Néanmoins certaines violations peuvent avoir des conséquences sur la mesure. Si les analyses démontrent que les items fonctionnent systématiquement différemment pour un groupe de personnes que pour un autre, les mesures pour un groupe pourraient ne pas être comparables aux mesures faites sur un autre groupe.

Dans cette étape, il faut vérifier les propriétés d'invariance des items. Autrement dit, il faut que les mesures de la difficulté de l'item soient stables, compte tenu de l'échantillon d'individus testés qui ont permis la calibration de la difficulté des items. De même, la mesure des compétences de l'individu devrait rester invariante du panel d'items utilisés pour produire les mesures des compétences. Ces deux caractéristiques sont appelées **les propriétés d'invariance de la mesure de l'item et de la mesure de l'individu** (« *item and person invariance properties* ») (Liu, 2010 ; p. 58).

Pour étudier ces propriétés d'invariance de l'item, il est nécessaire d'avoir deux sous-échantillons de population, et deux panels de difficultés d'items qui seront produits et comparés pour analyser leurs différences. Les deux sous-échantillons sont généralement

basés sur les caractéristiques des sujets tels que le sexe, la nationalité, les aptitudes, etc. Parce que nous nous attendons à ce qu'il ne devrait y avoir aucune différence significative dans les mesures de la difficulté des items obtenues dans les deux échantillons, la moindre différence obtenue peut indiquer un biais dans les items, qui est nommé **fonctionnement différentiel de l'item** (« *item differential functioning* », DIF). Un biais dû au DIF pour toute caractéristique de l'échantillon d'individu doit être évitée. Le modèle de Rasch permet d'obtenir plusieurs statistiques pour aider à identifier les éléments DIF. De même, lorsque le même échantillon d'individus répond à deux tests différents qui mesurent le même construit, les mesures obtenues sur les réponses des individus pour les deux tests ne doivent pas être significativement différentes. Dans cette étape, nous pouvons alors être amené à rejeter des items, voire à développer un nouvel ensemble d'items.

Si nous prenons pour caractéristique le sexe dans notre échantillon de population, deux questions sont alors à poser :

- **Fonctionnement différentiel du test (DTF pour « Differential Test Functioning »)** : est-ce que le test, composé de tous ses items, fonctionne de la même façon pour les hommes et les femmes ? Pour cela, il faut réaliser des analyses séparées pour les deux sous-groupes Hommes et Femmes, et ensuite comparer les deux ensembles de difficultés d'items.
- **Fonctionnement différentiel de l'item (DIF pour « Differential Item Functioning »)** : en partant de l'hypothèse que tous les autres items fonctionnent de façon similaire pour les hommes et les femmes, est-ce que l'item 5 va fonctionner de façon équivalente pour les hommes et les femmes ? Pour étudier cela, il faut partir du principe qu'il y a deux difficultés pour l'item 5 -la difficulté pour les hommes, la difficulté pour les femmes-, tout en maintenant les autres difficultés d'items et les réponses des individus inchangées.

9. Etablir les étapes de validité pour la mesure :

Ici, nous devons vérifier deux propriétés centrales de tout instrument de mesure : sa fiabilité et sa validité.

Pour ce qui concerne la fiabilité de l'instrument, nous pouvons nous appuyer sur **l'index de séparation des individus** (« *person separation index* »), qui indique la précision globale de

mesures de l'individu comparées aux erreurs. Il s'agit d'un rapport entre les écart-types standards vrais et les erreurs d'écart-types standards dans les mesures des individus. Si la valeur de cet index est supérieure à 1, elle indique qu'il y a plus de vraie variance que d'erreurs de variance dans les mesures des individus. Plus cet index sera élevé, plus la précision de la mesure sur l'individu est élevée. Cet index peut être converti en un Alpha de Cronbach avec une valeur comprise entre 0 et 1.

Pour la validation de l'instrument de mesure, il faut mener une analyse du contenu, des procédés de réponses aux items, de la structure interne de l'outil, de ses relations avec d'autres variables. Cette partie concernant la validation de notre test d'expertise nous a conduits à réaliser plusieurs études pour établir plusieurs procédures de validation que nous présenterons ultérieurement.

10. Développer la documentation pour l'utilisation de l'instrument de mesure

Le but de la mise en place de la documentation pour l'utilisation de l'outil de mesure et de permettre aux futurs utilisateurs du test de faire une utilisation appropriée de celui-ci et de rendre son utilisation simple et efficace.

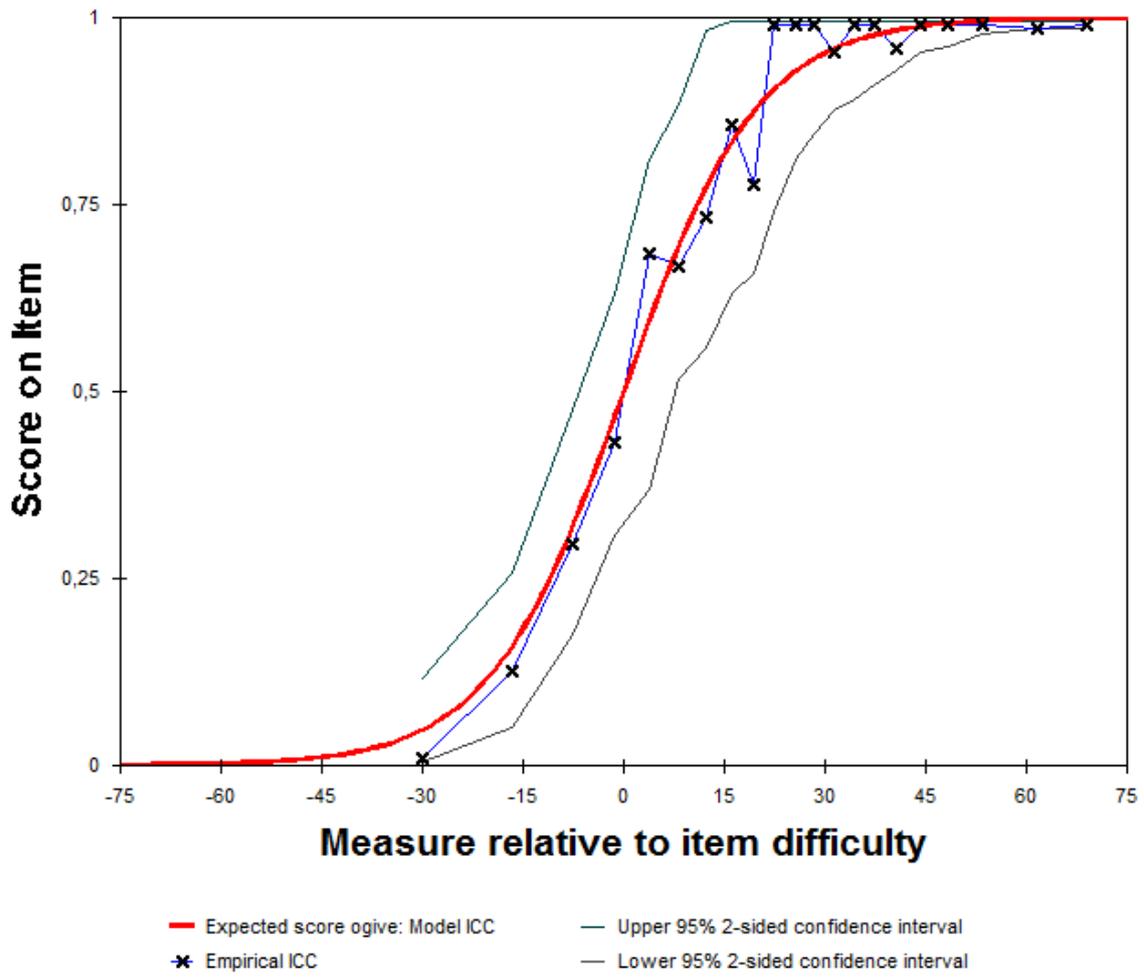
Conclusion sur la démarche du modèle de Rasch

D'après Liu (2010), la tâche de développement d'un instrument de mesure va donc consister à créer un panel d'items qui produiront des données consistantes au regard de la théorie. Cette procédure en 10 étapes suit un raisonnement hypothético-déductif en accord avec la démarche expérimentale appliquée en sciences. Cependant, la construction d'un instrument de mesure en s'appuyant sur le modèle de Rasch n'a pas pour principe de rejeter une hypothèse, mais plutôt de construire et retenir des items dont les résultats dans le sens de l'hypothèse proposée concernant la mesure.

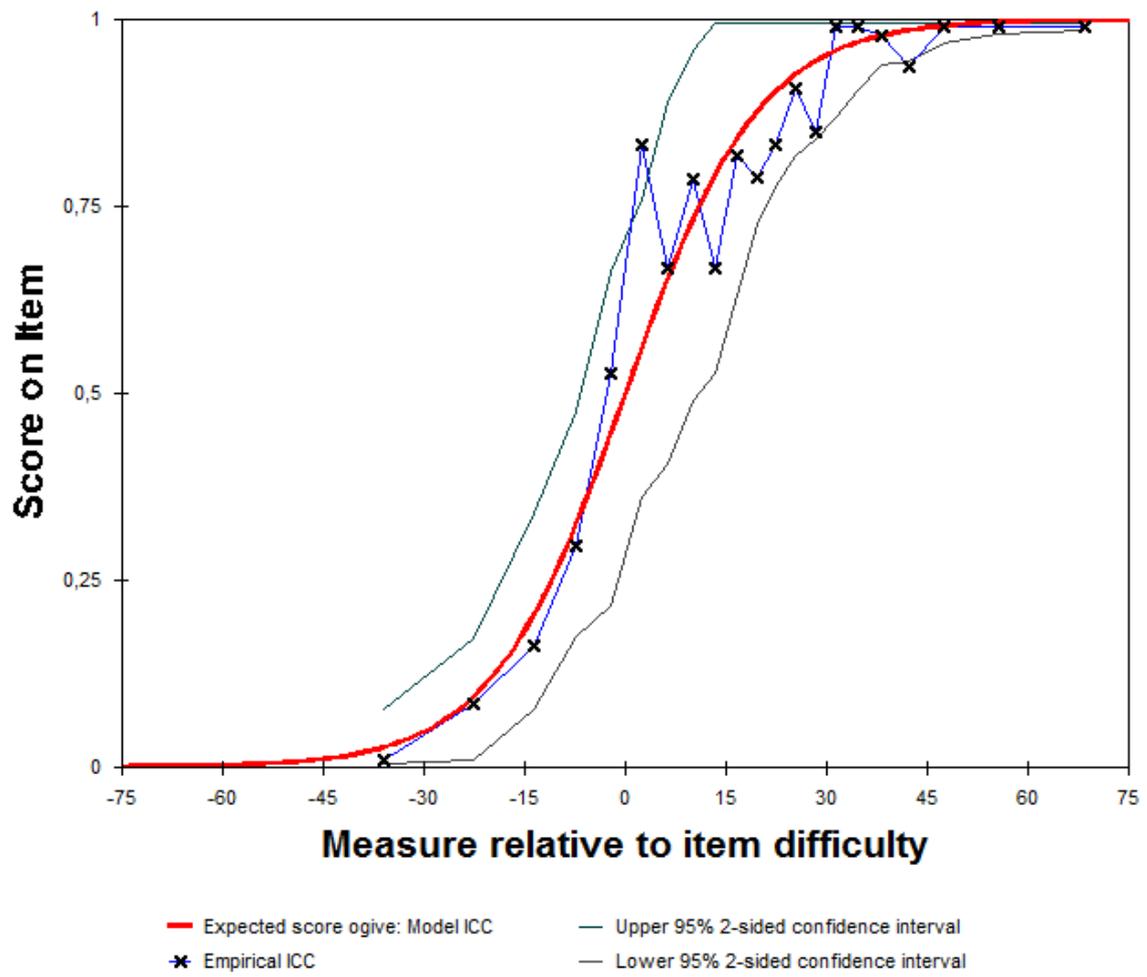
- **Courbe caractéristique de l'item (ICC pour « Item Characteristic Curve ») :**

Voici ci-dessous les graphiques représentatifs des ICC pour l'ensemble des **20 items** retenus du **test d'expertise TECEJV** dans l'application de l'analyse de Rasch (1960).

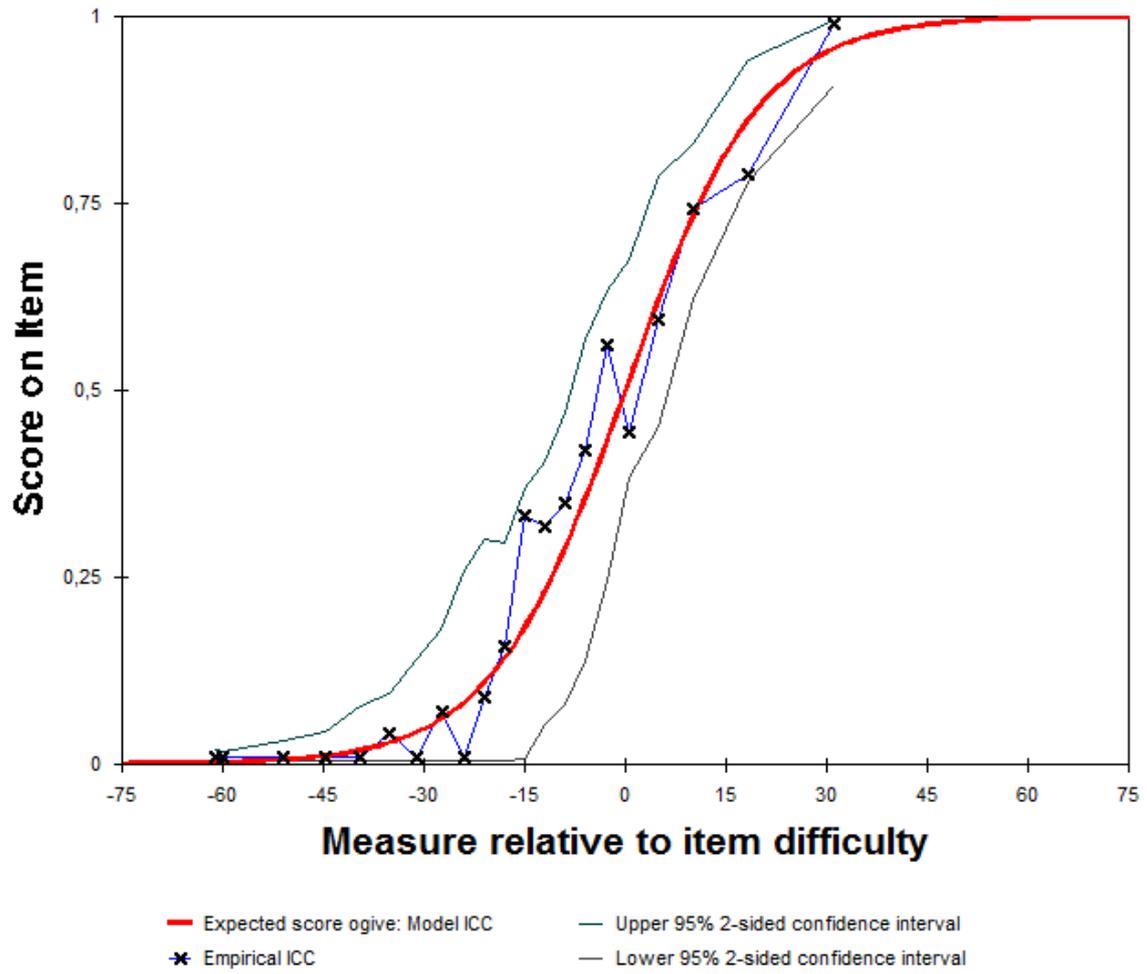
1. AssassinsCreed_A



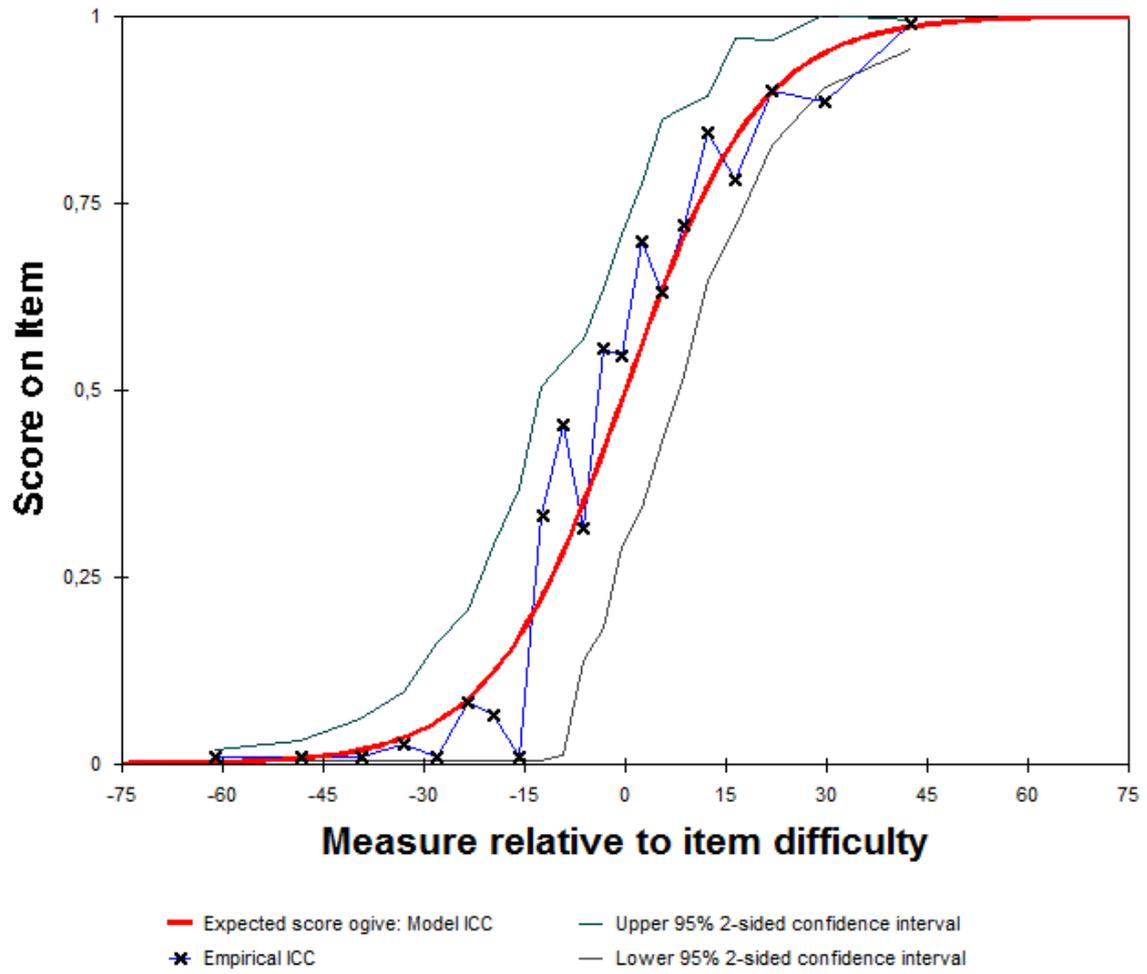
2. Battlefield3_A



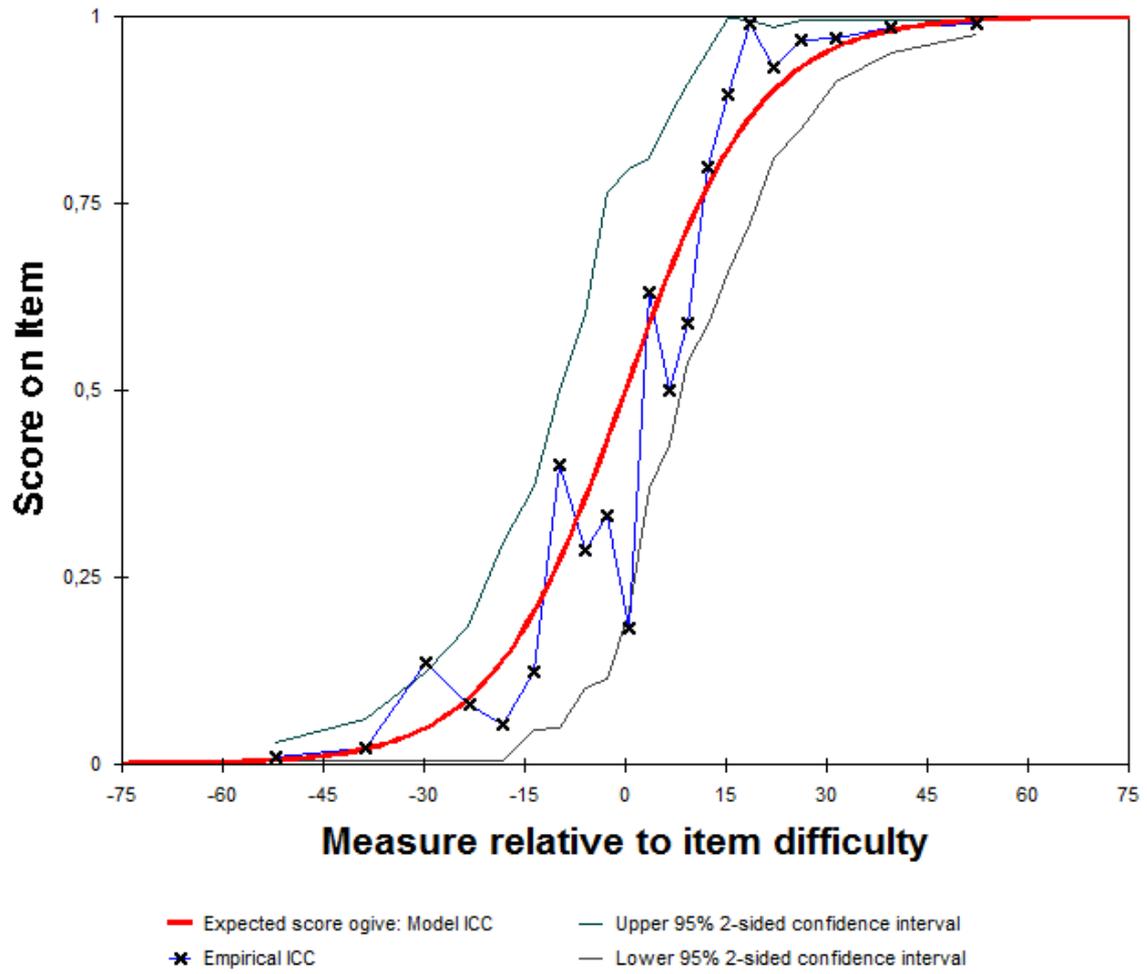
3. Conduit2_A



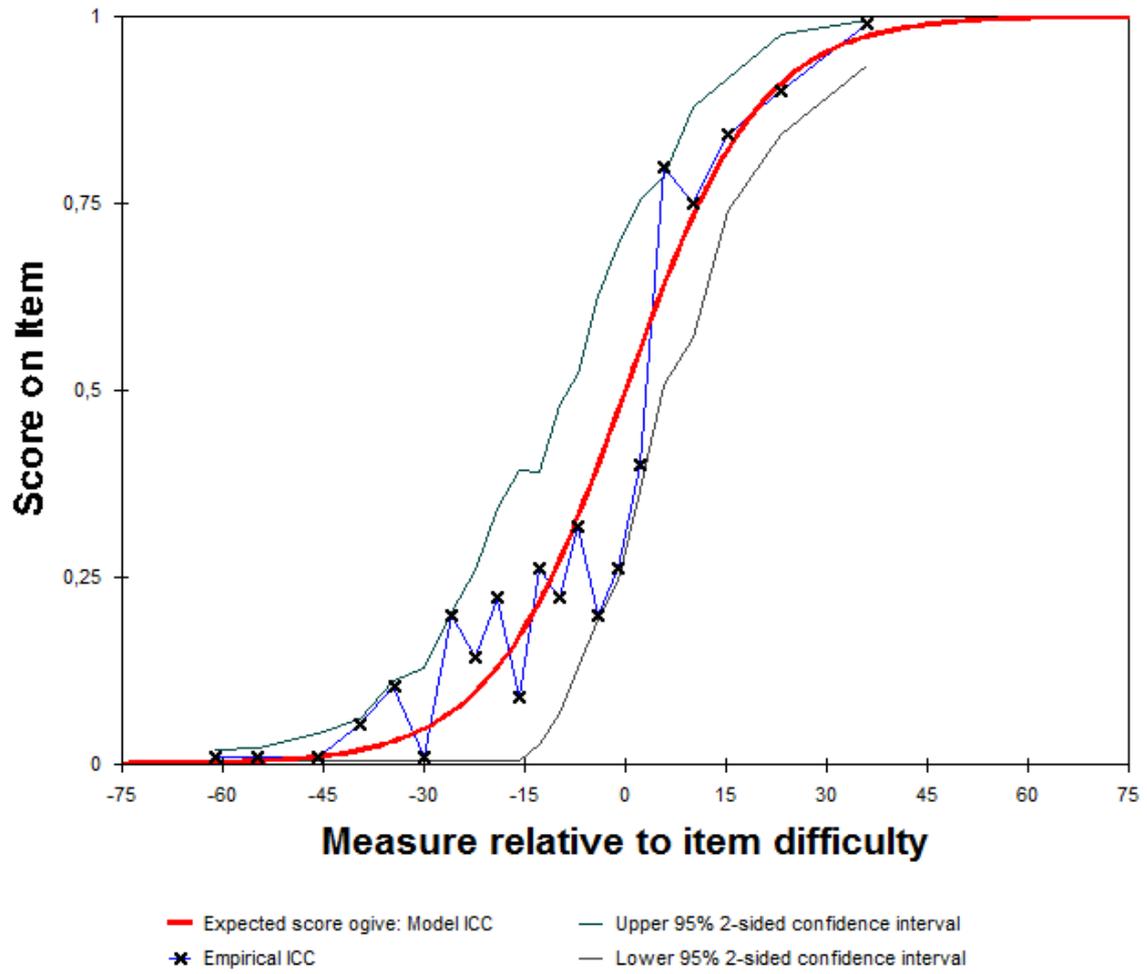
4. CthulhuSavestheWorld_A



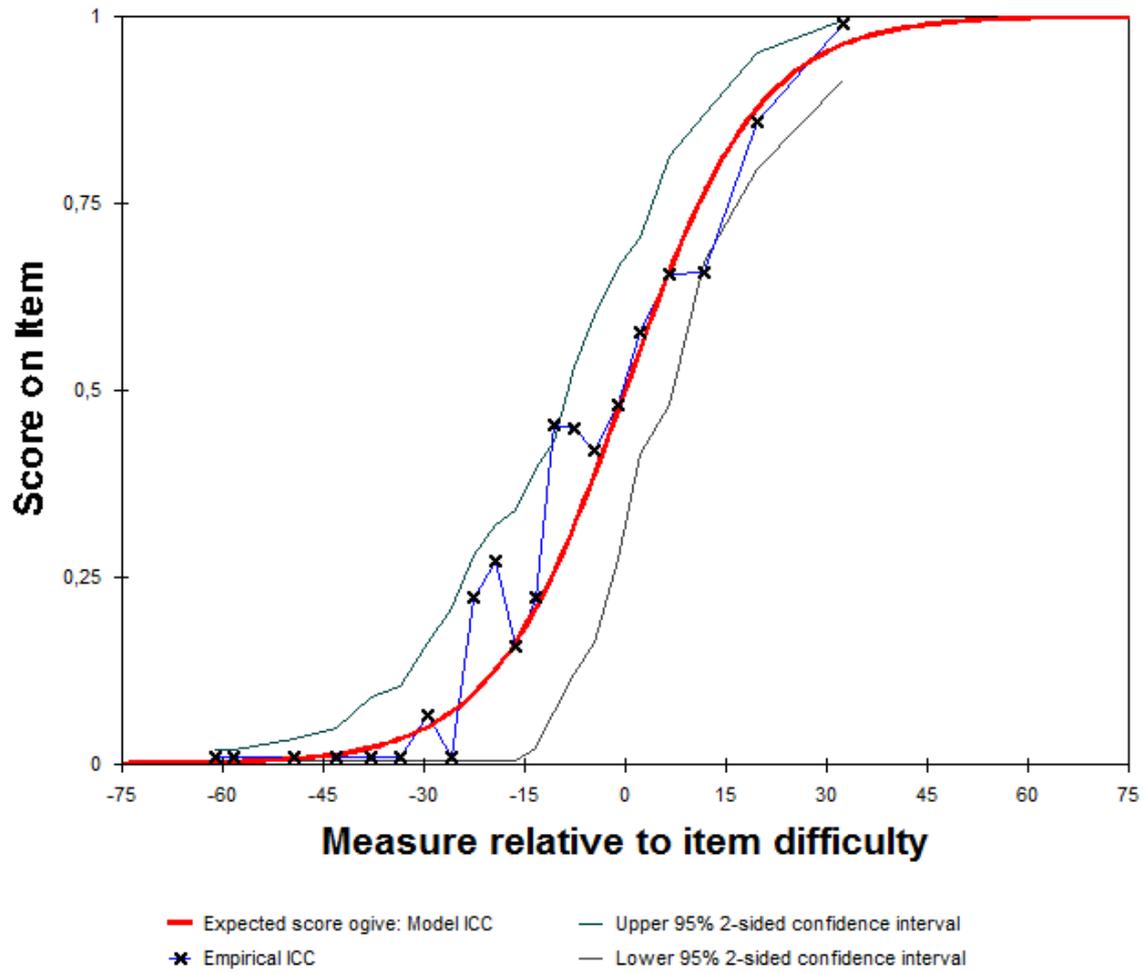
5. Diablolll_A



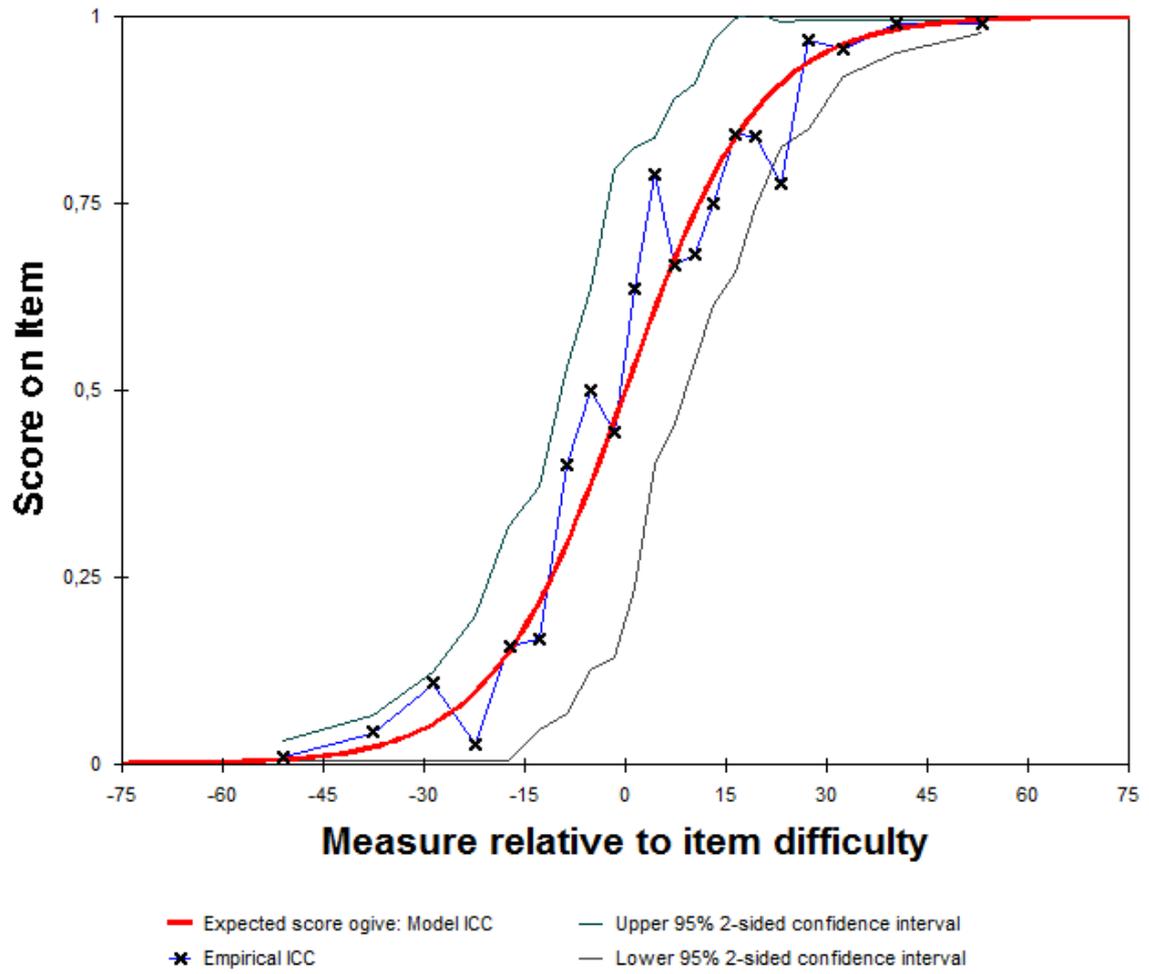
6. DrakensangTheDarkEye_A



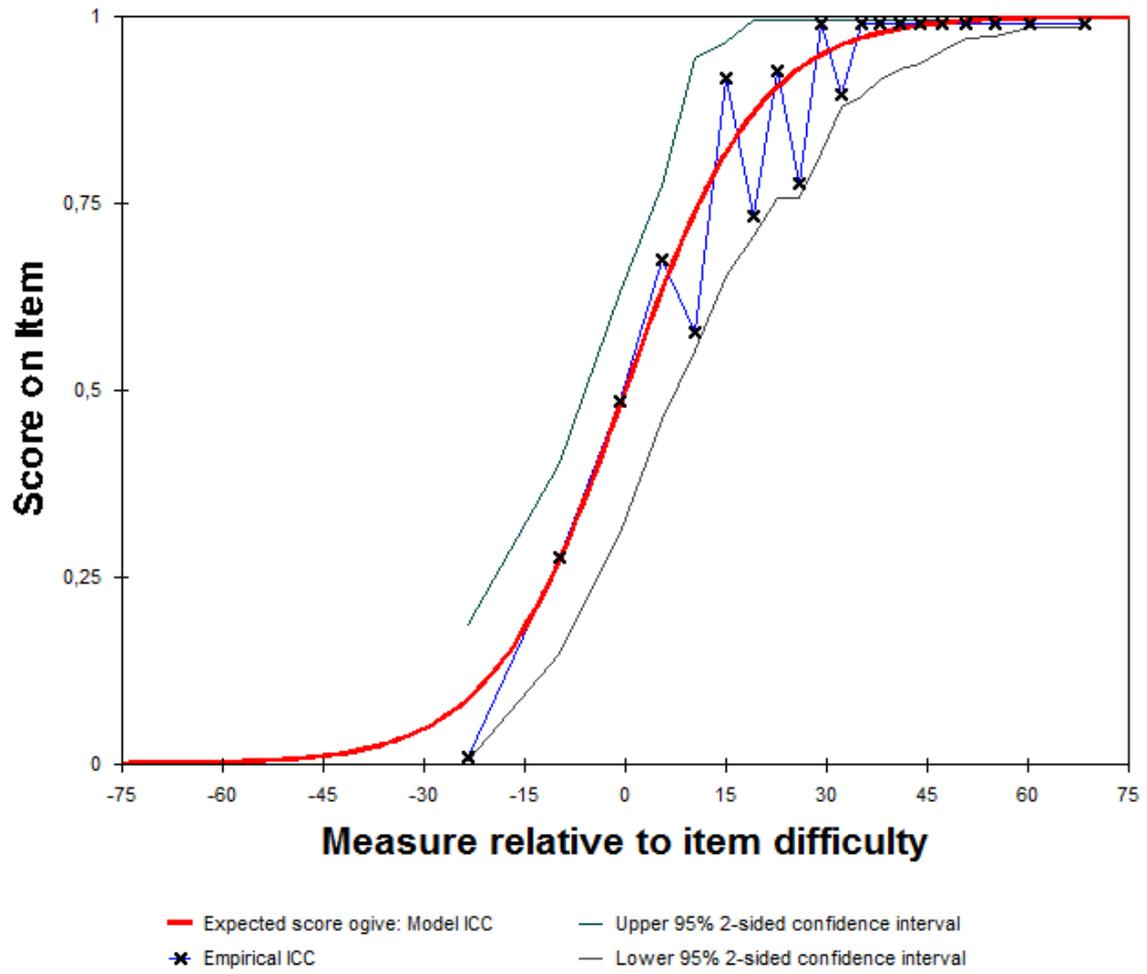
7. EveOnline_A



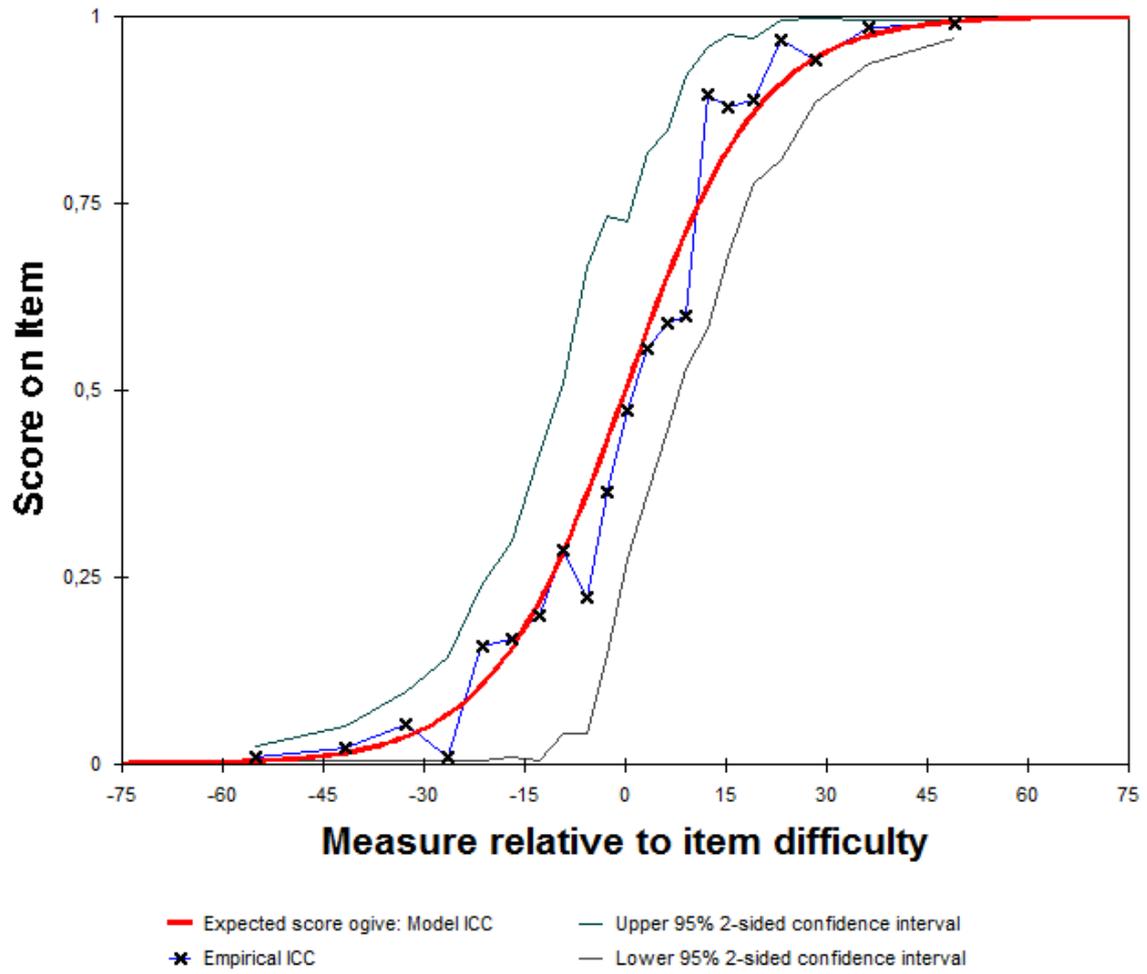
8. GodofWarIII_A



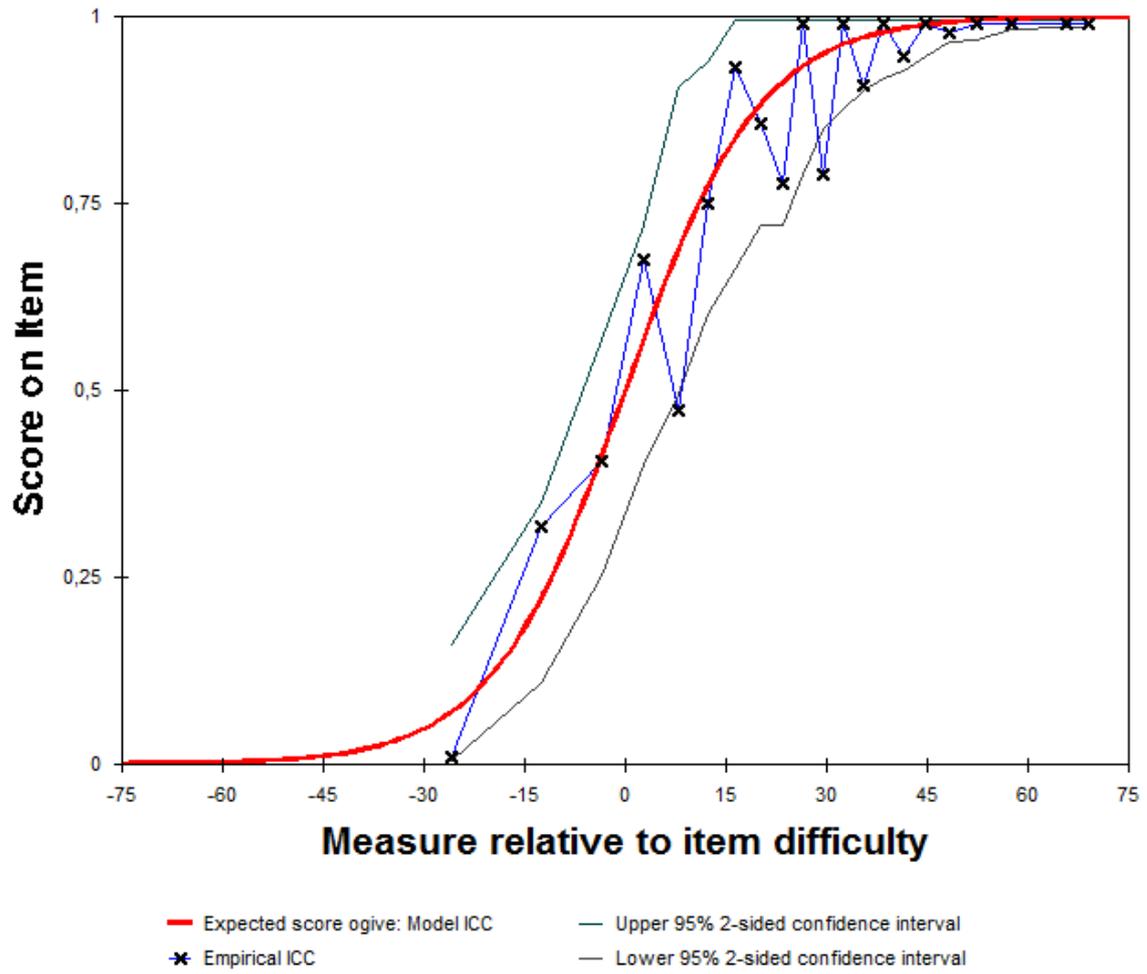
9. GrandTheftAutoEpisodesFromLibertyCity_A



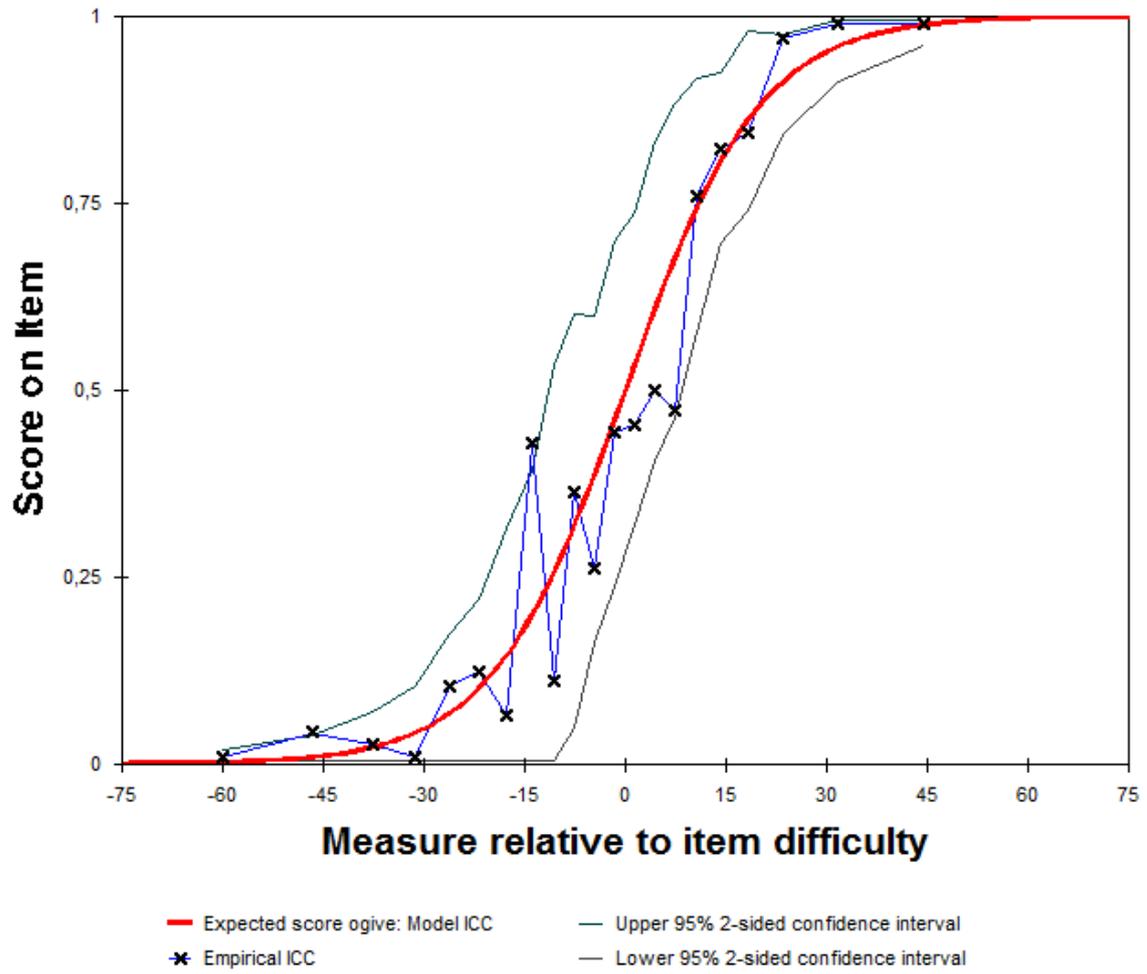
10. HarvestMoonParadedesAnimaux_A



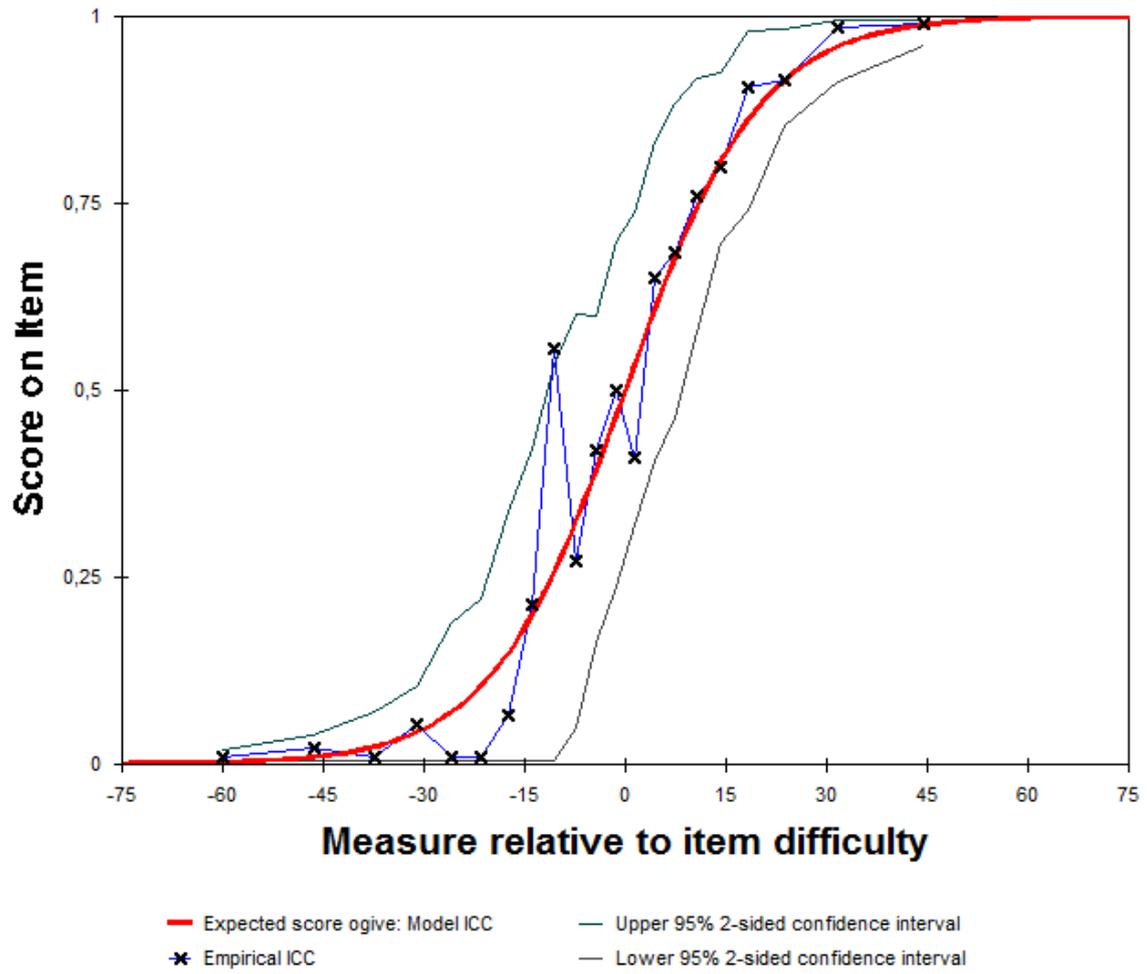
11. KirbyAuFidelAventure_A



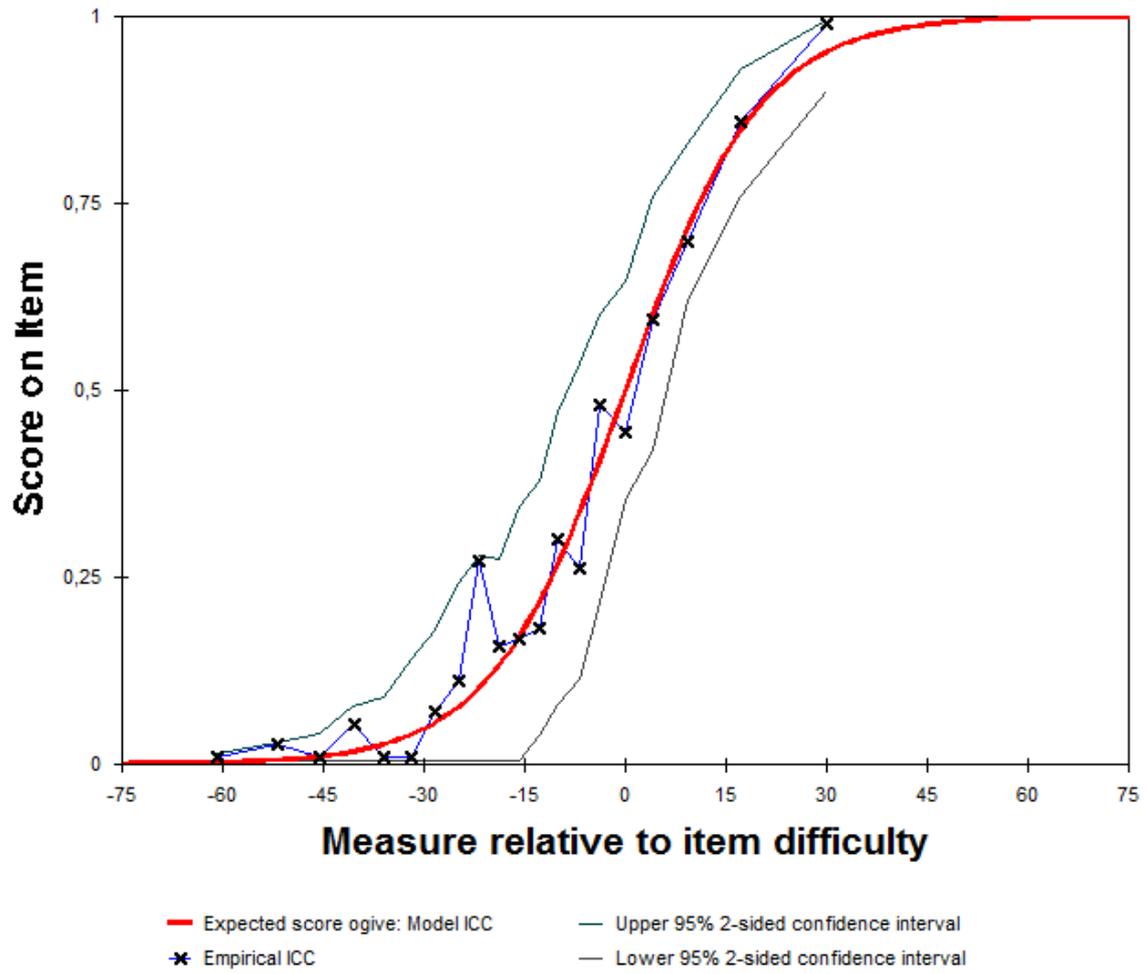
12. MountampBlade_A



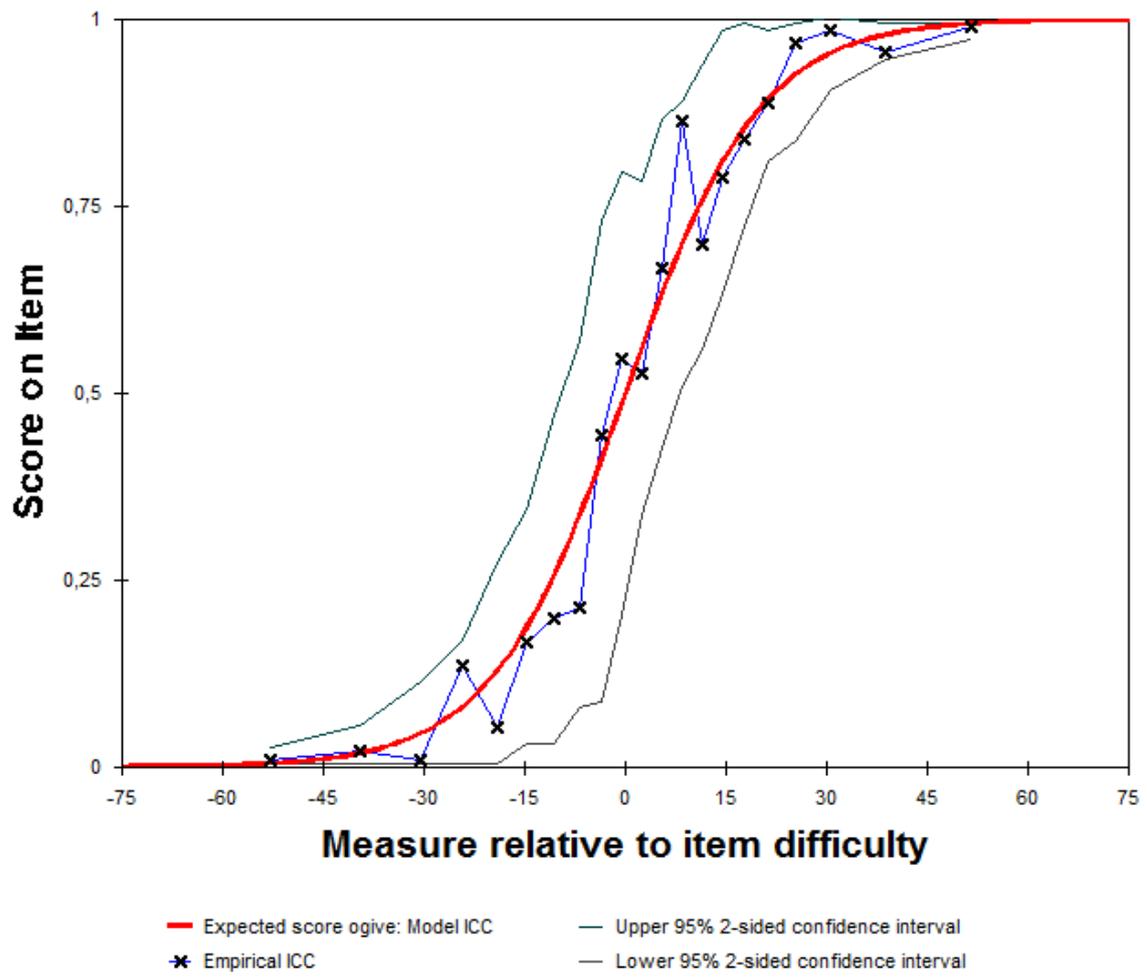
13. OrcsMustDie_A



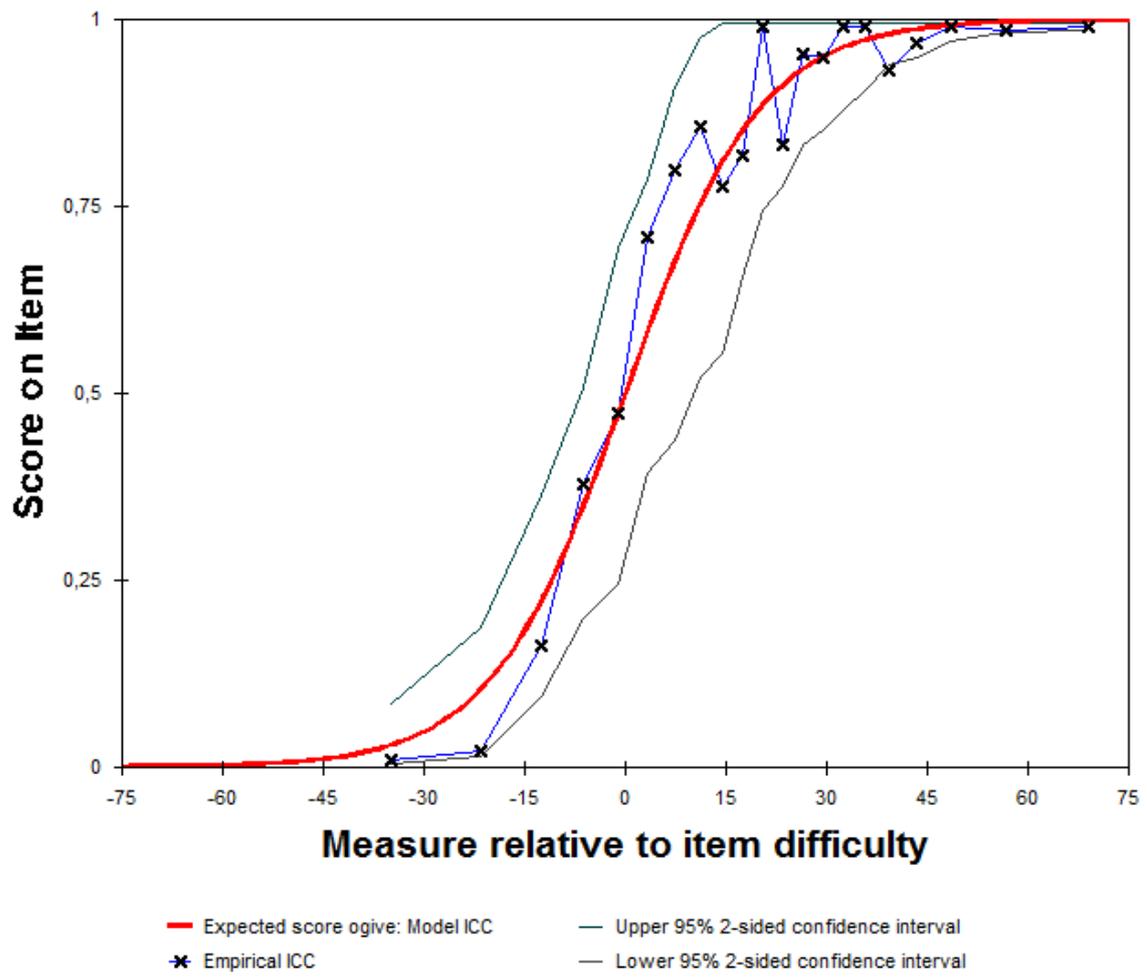
14. Risen_A



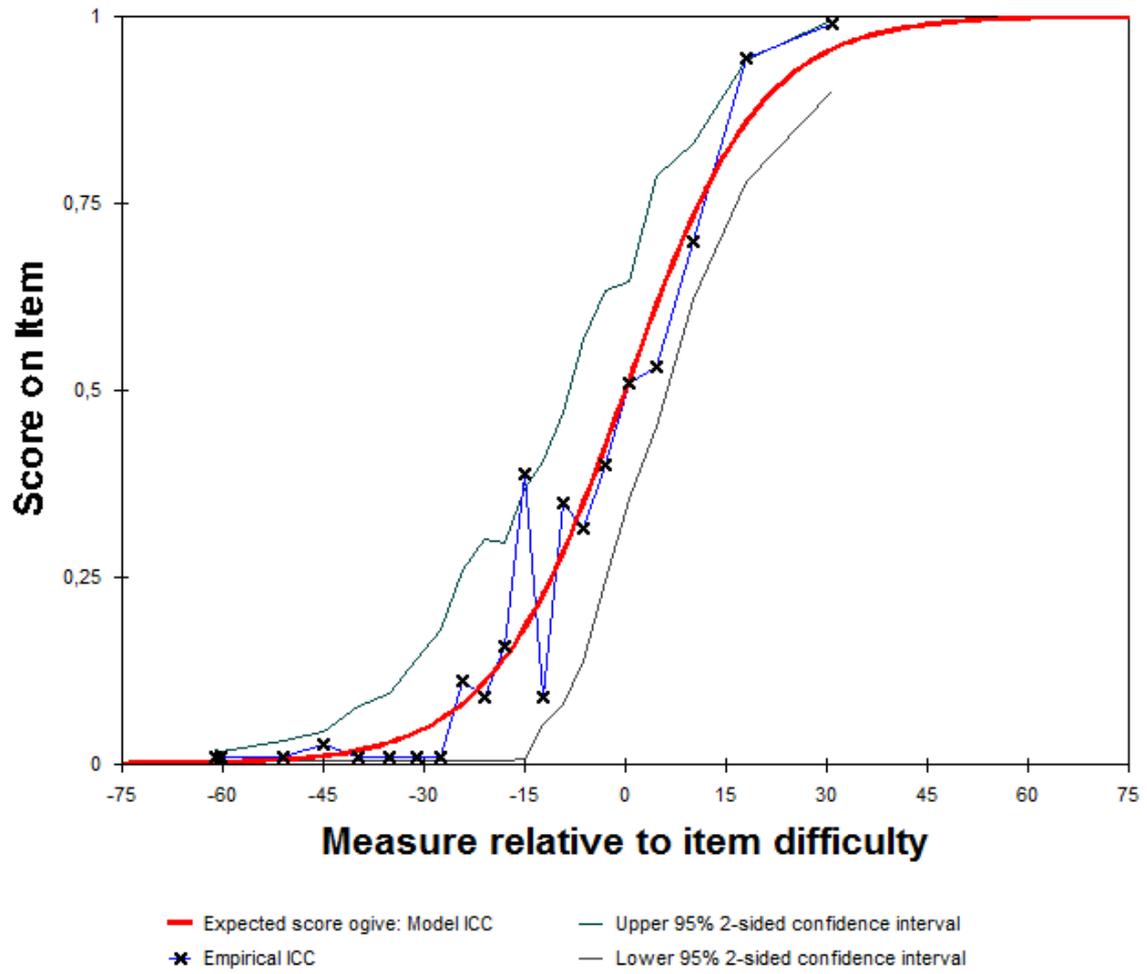
15. S.T.A.L.K.E.R.ShadowofChernobyl_A



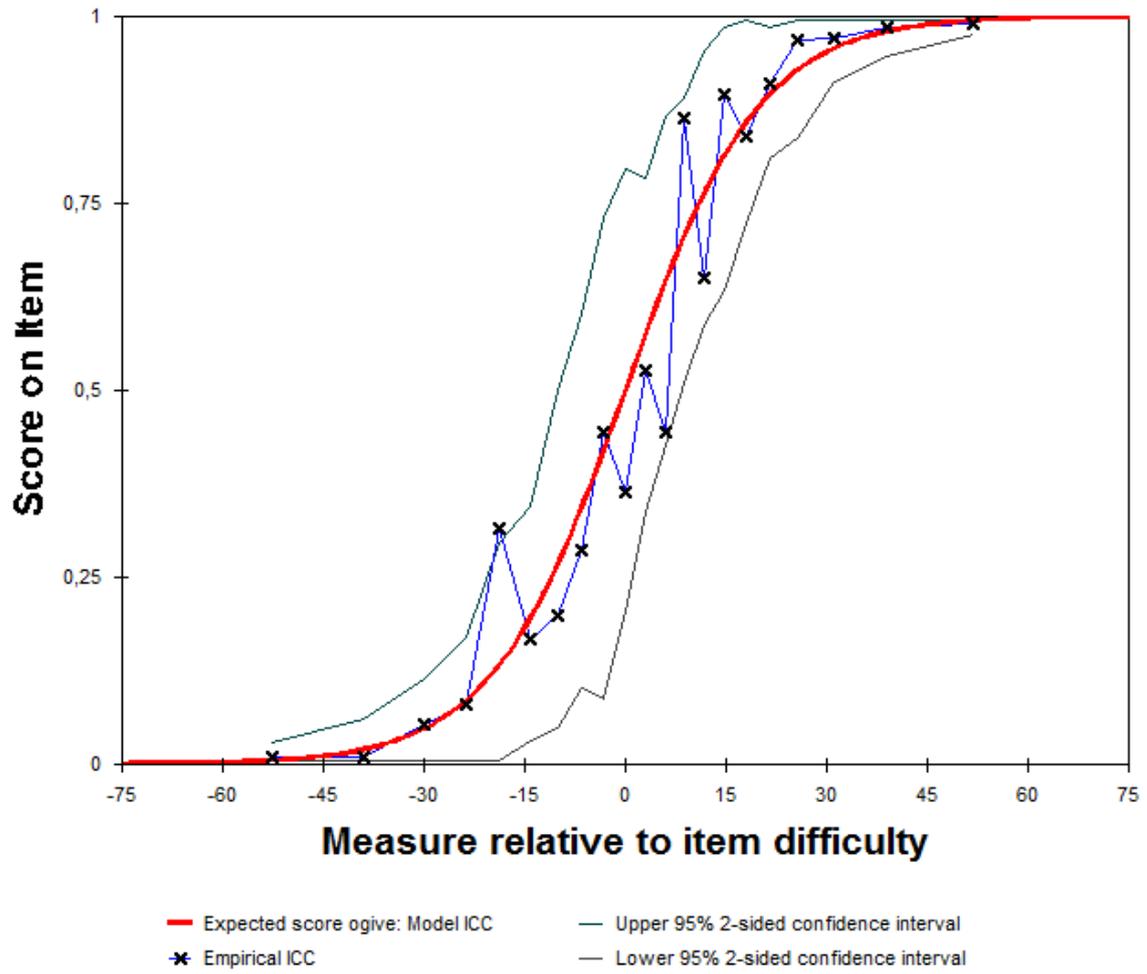
16. SkylandersSpyrosAdventure_A



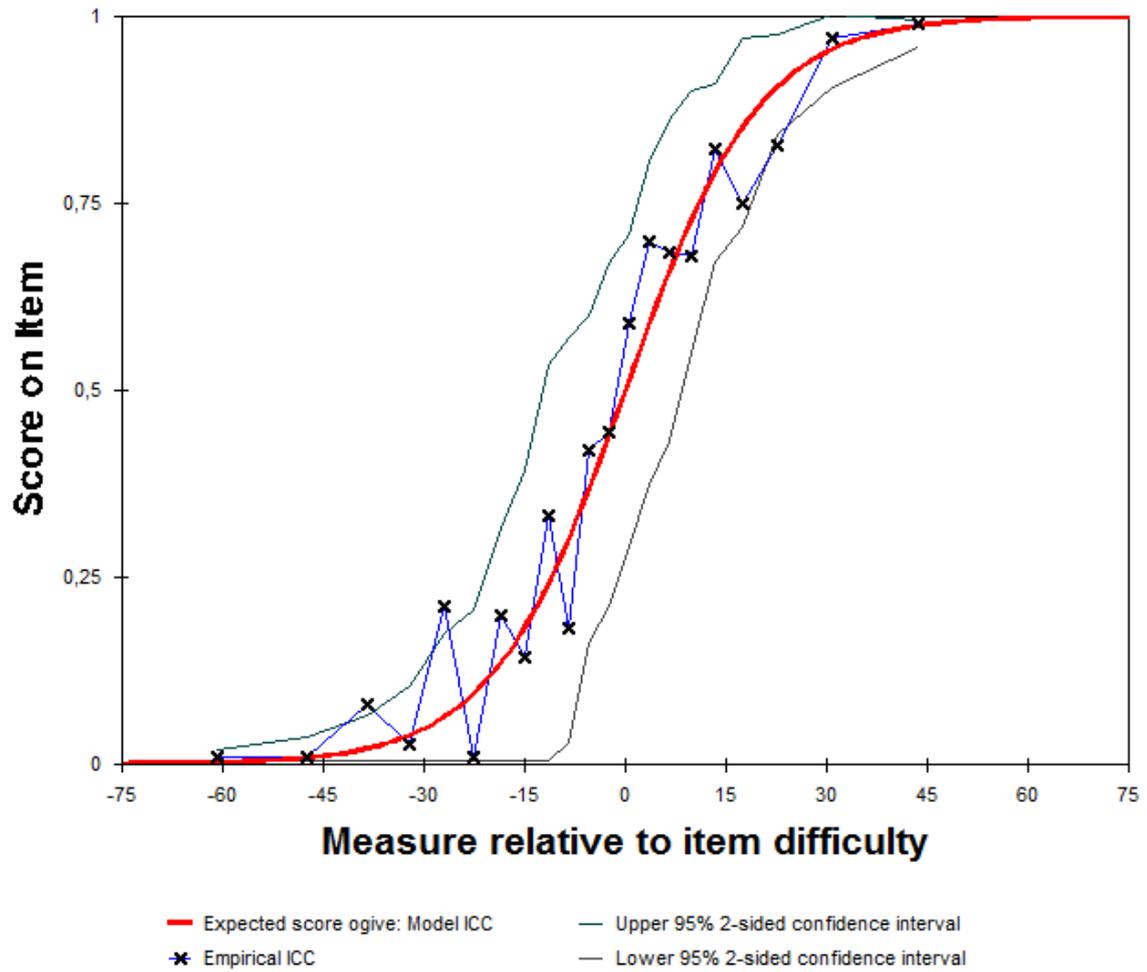
17. TheLastStory_A



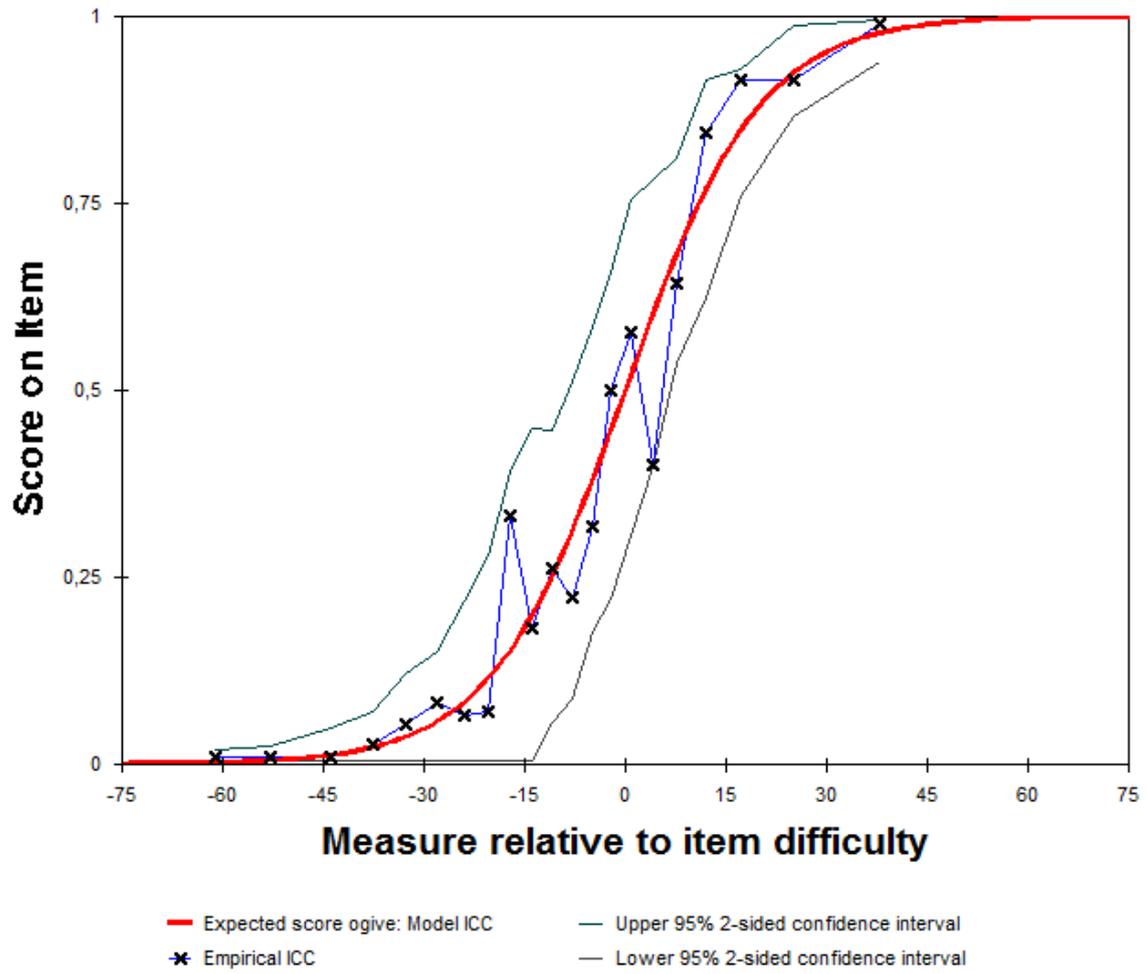
18. TotalWarShogun2_A



19. VersusLaGuerreduSon_A



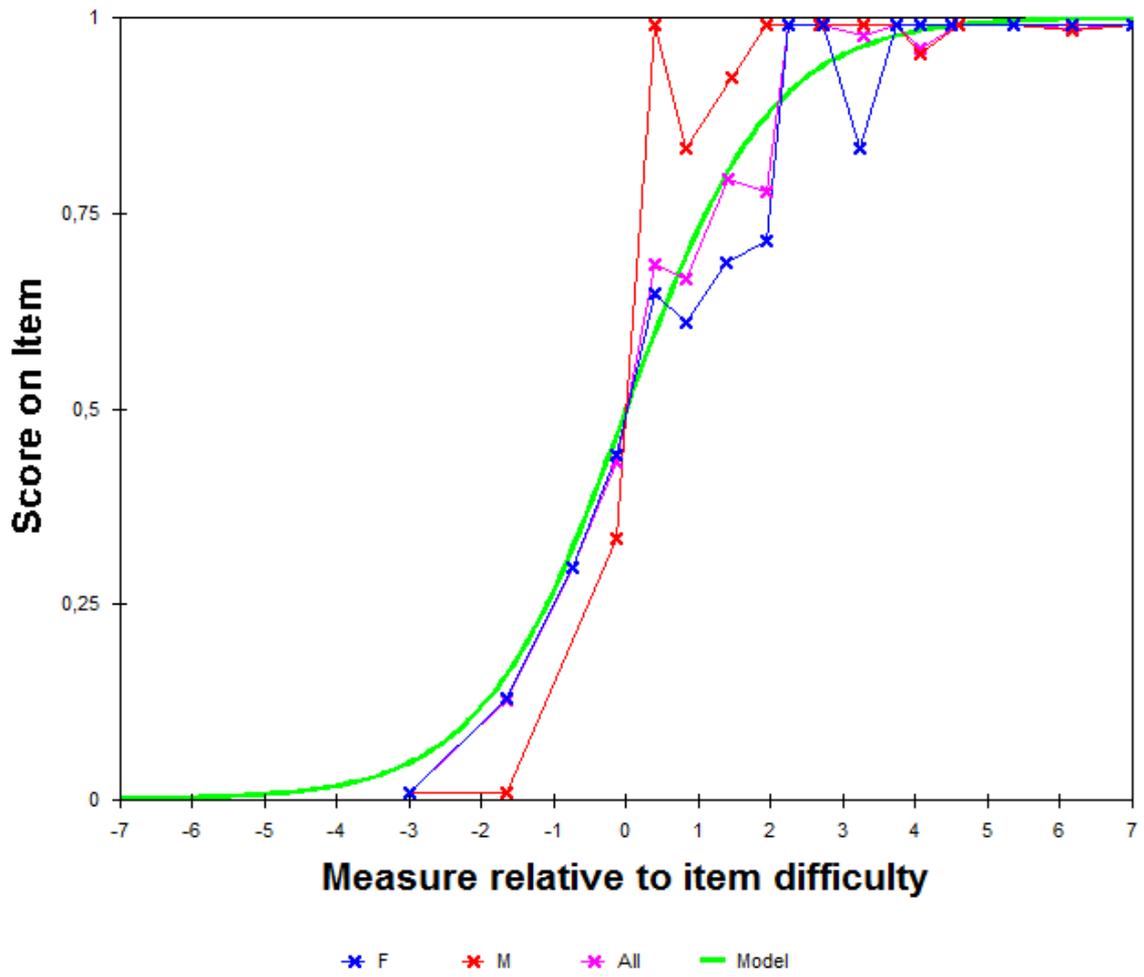
20. ZenoClashUltimateEdition_A



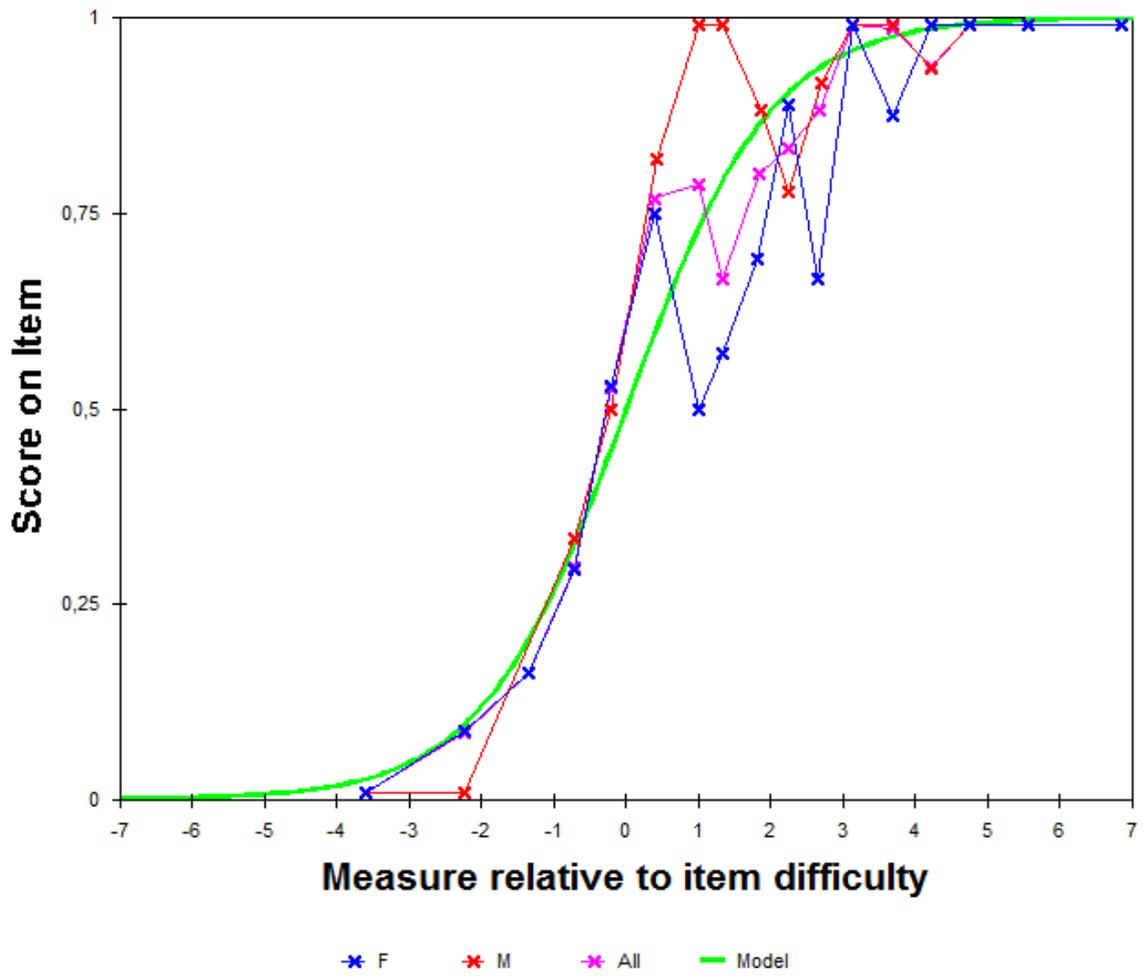
- **Fonctionnement différentiel de chaque item sur la variable « Sexe » (DIF mesure pour « Differential Item Functioning ») :**

Voici ci-dessous les graphiques représentatifs du DIF pour l'ensemble des **20 items** retenus du **test d'expertise TECEJV** dans l'application de l'analyse de Rasch ([1960](#)).

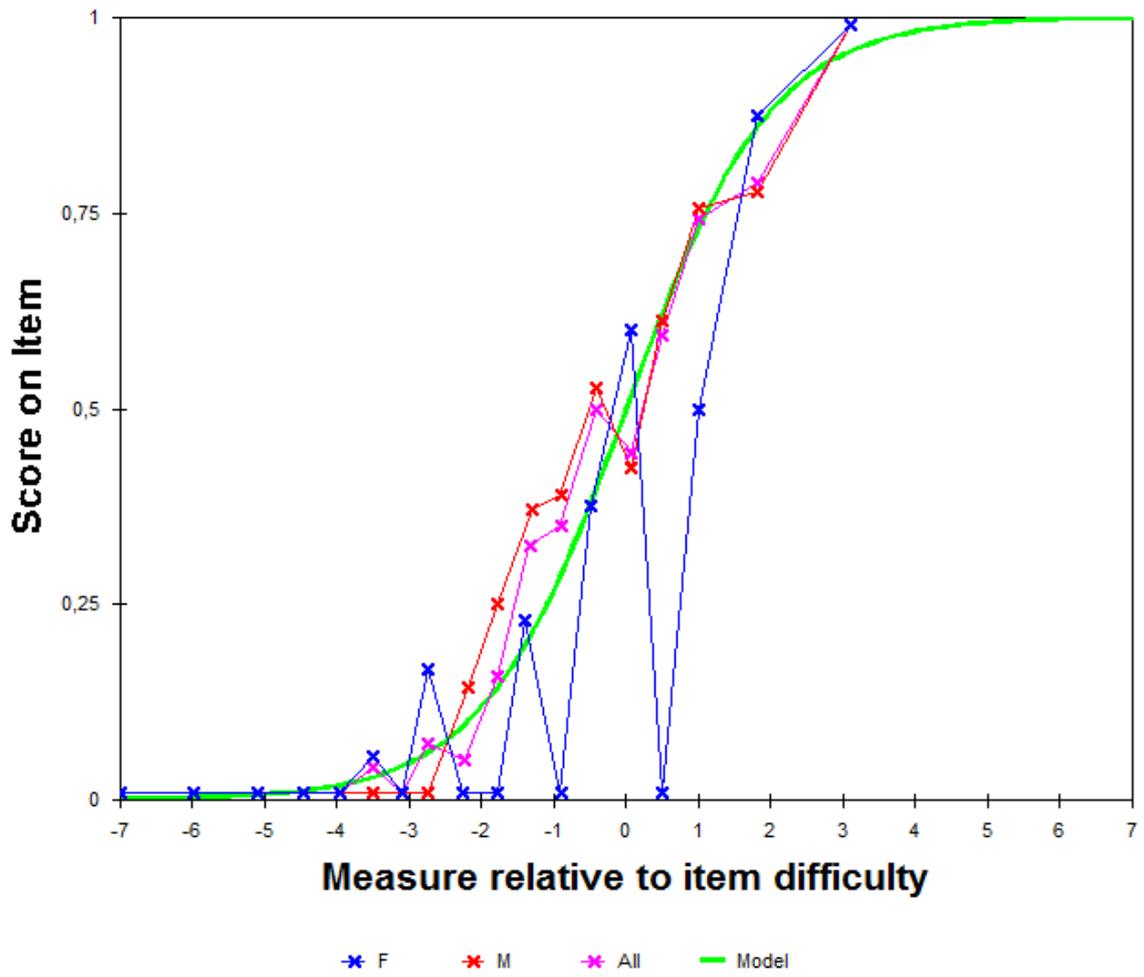
1. AssassinsCreed_A (DIF=@gender)



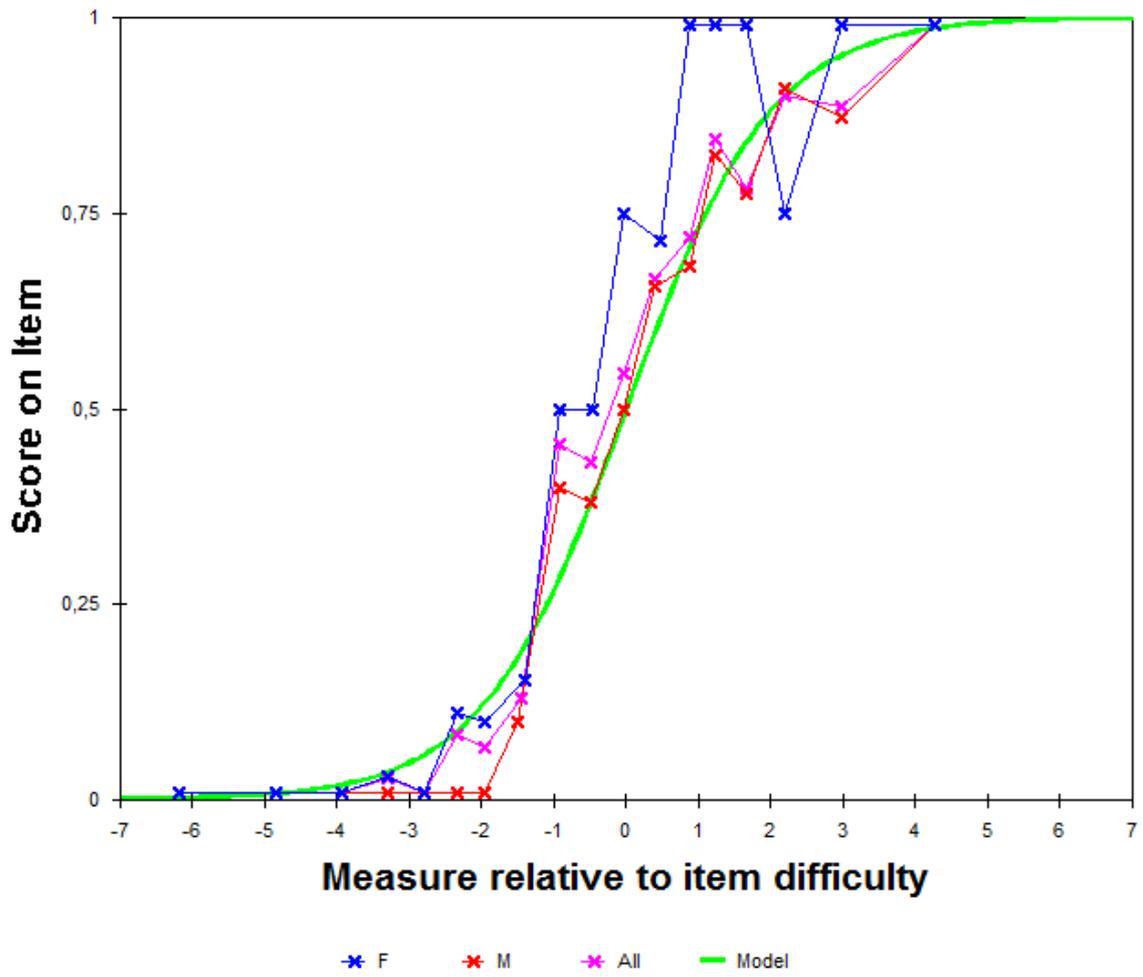
2. Battlefield3_A (DIF=@gender)



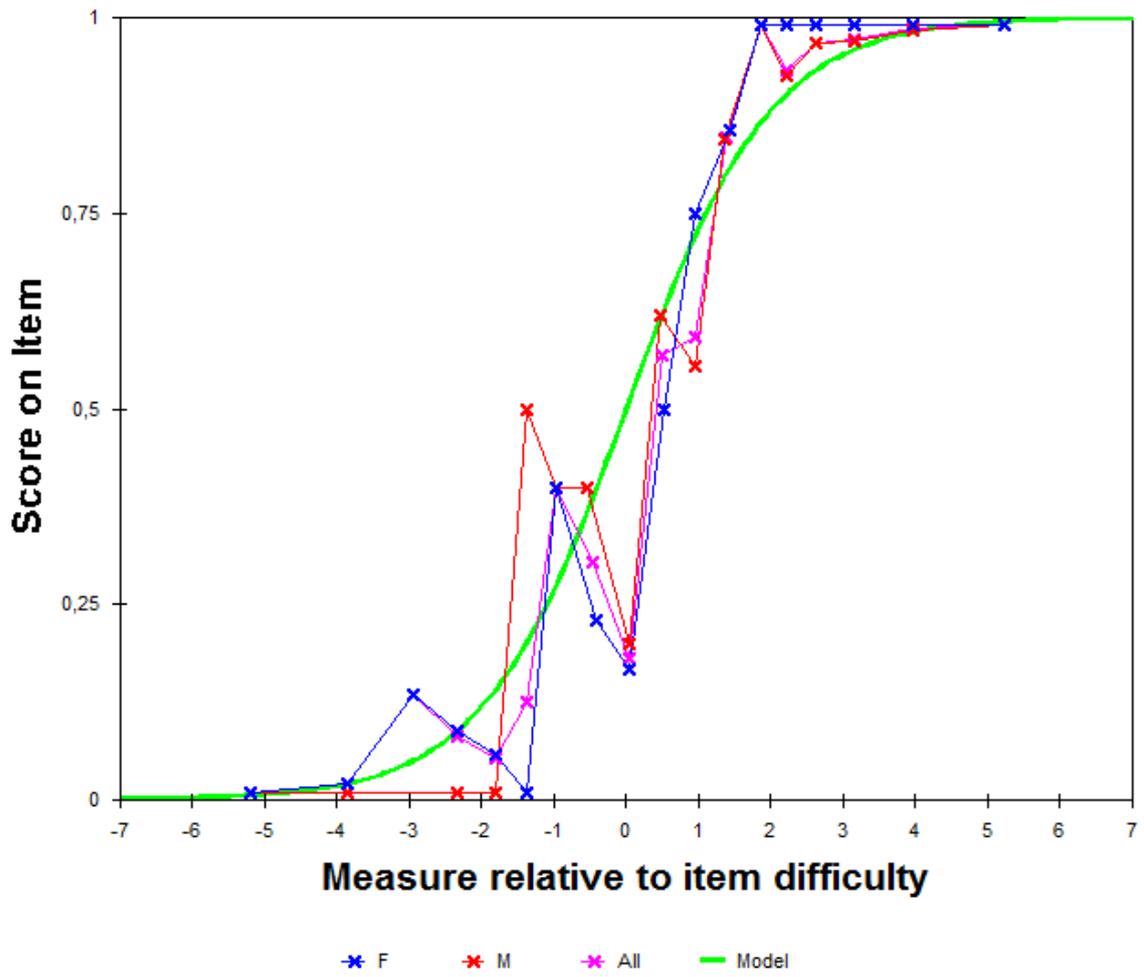
3. Conduit2_A (DIF=@gender)



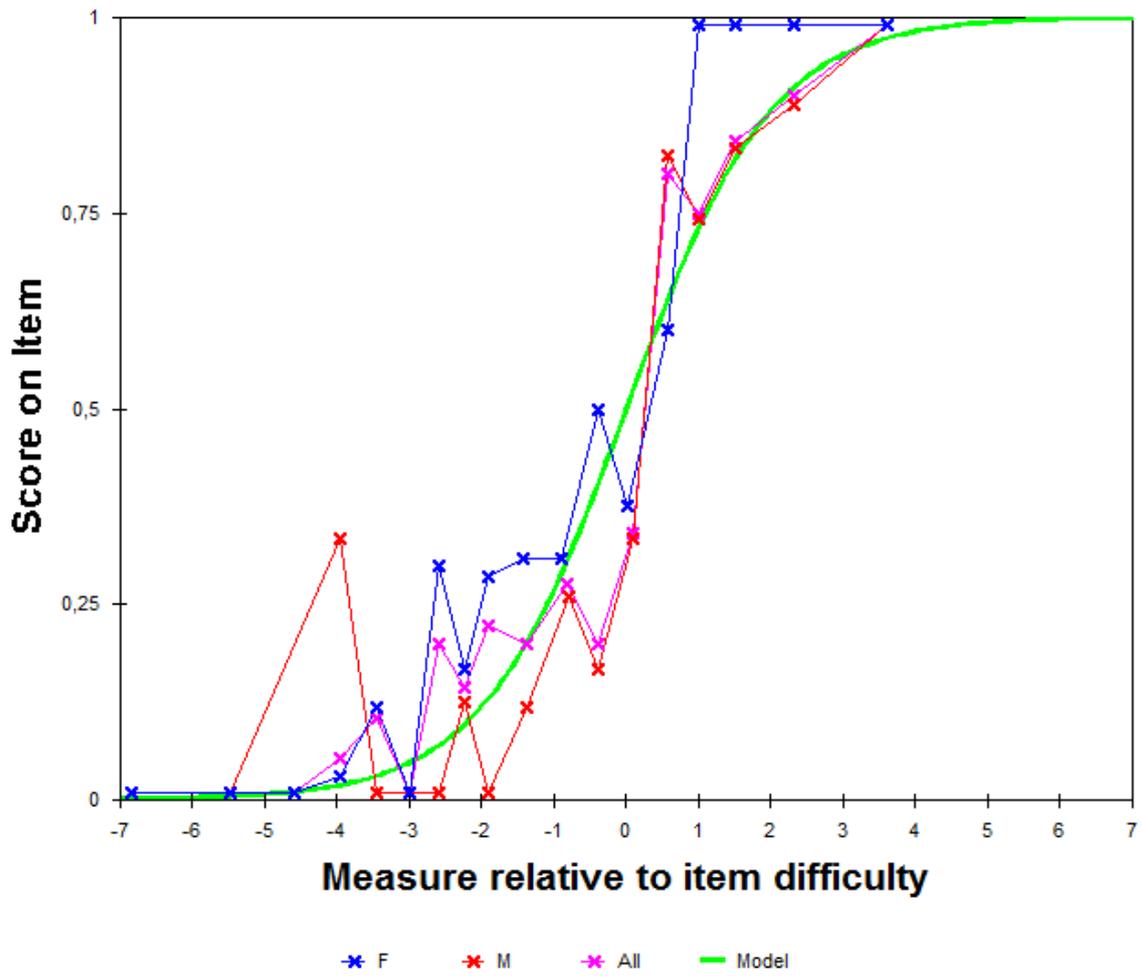
4. CthulhuSavestheWorld_A (DIF=@gender)



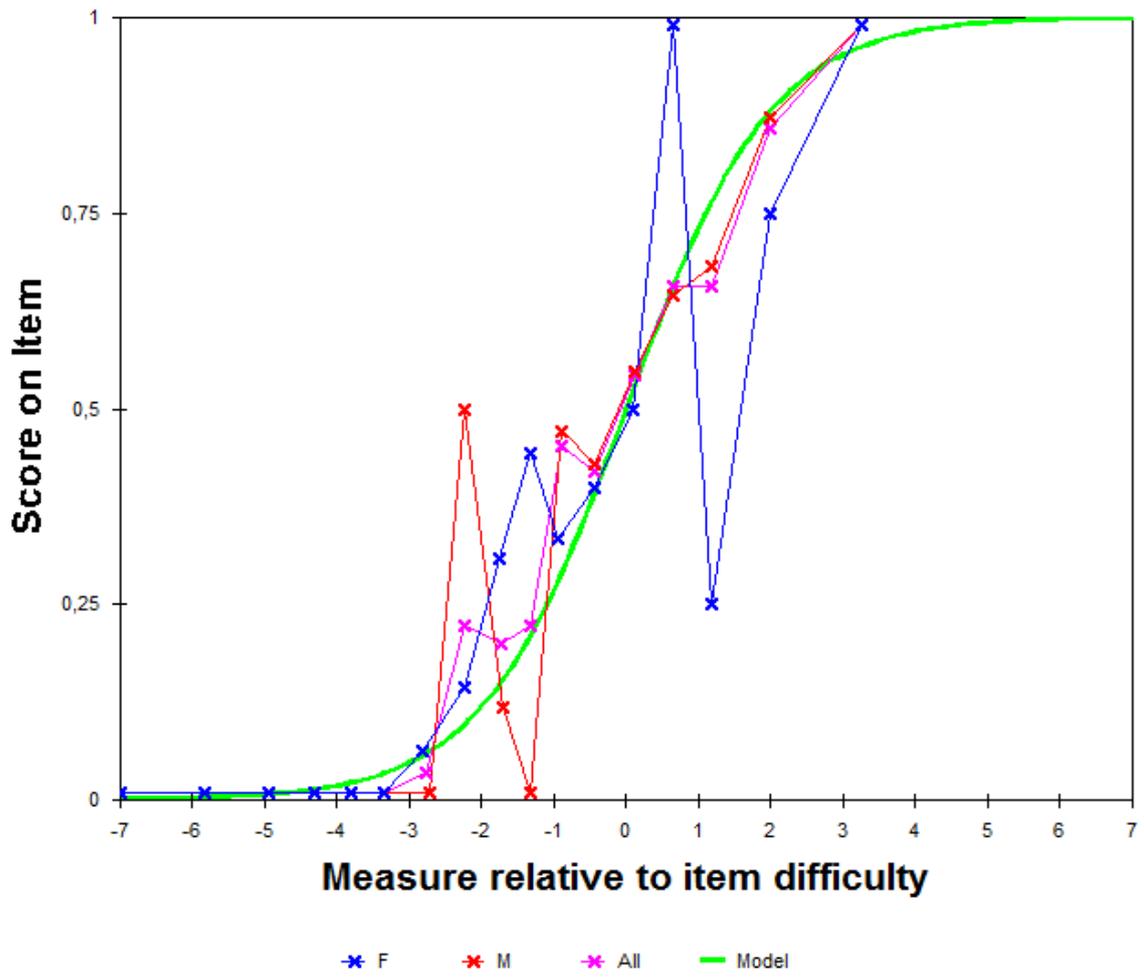
5. Diablolll_A (DIF=@gender)



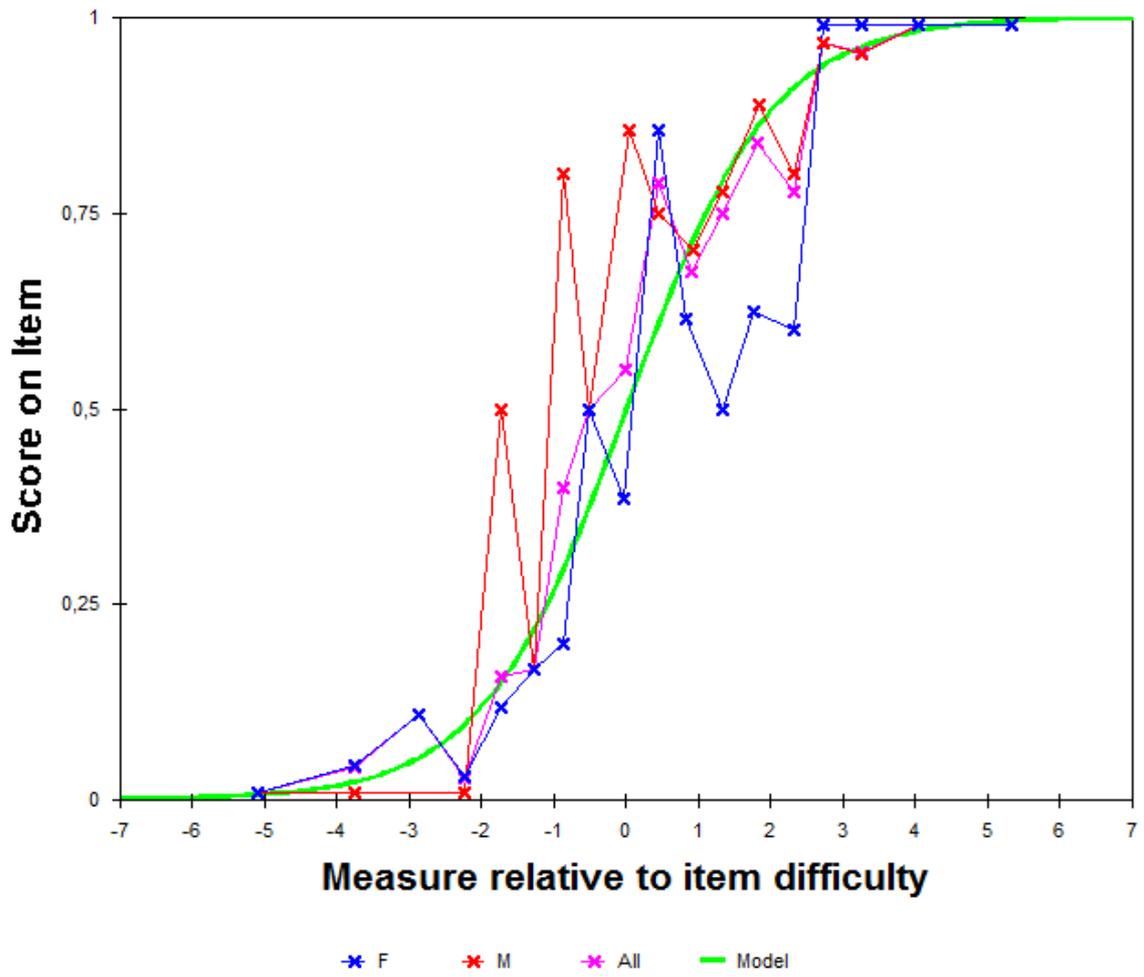
6. DrakensangTheDarkEye_A (DIF=@gender)



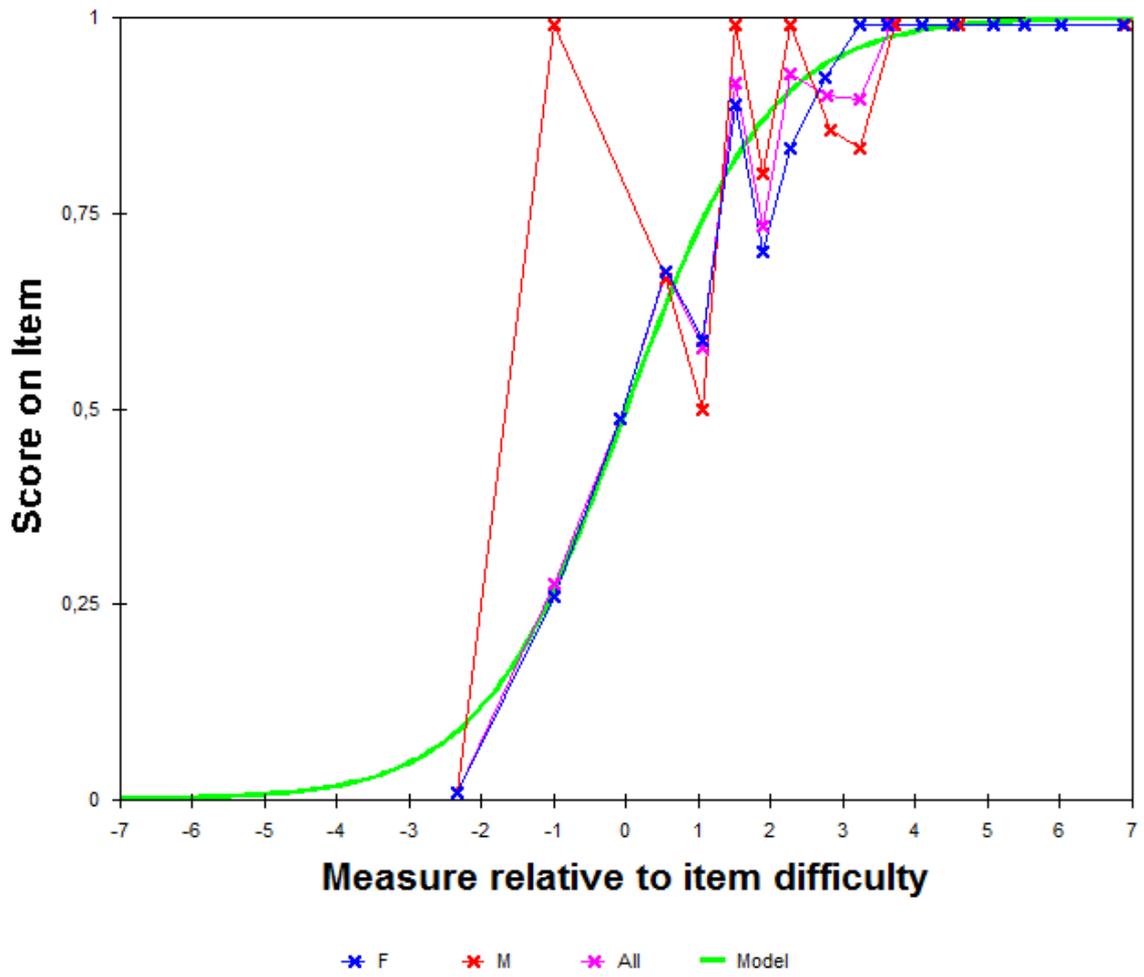
7. EveOnline_A (DIF=@gender)



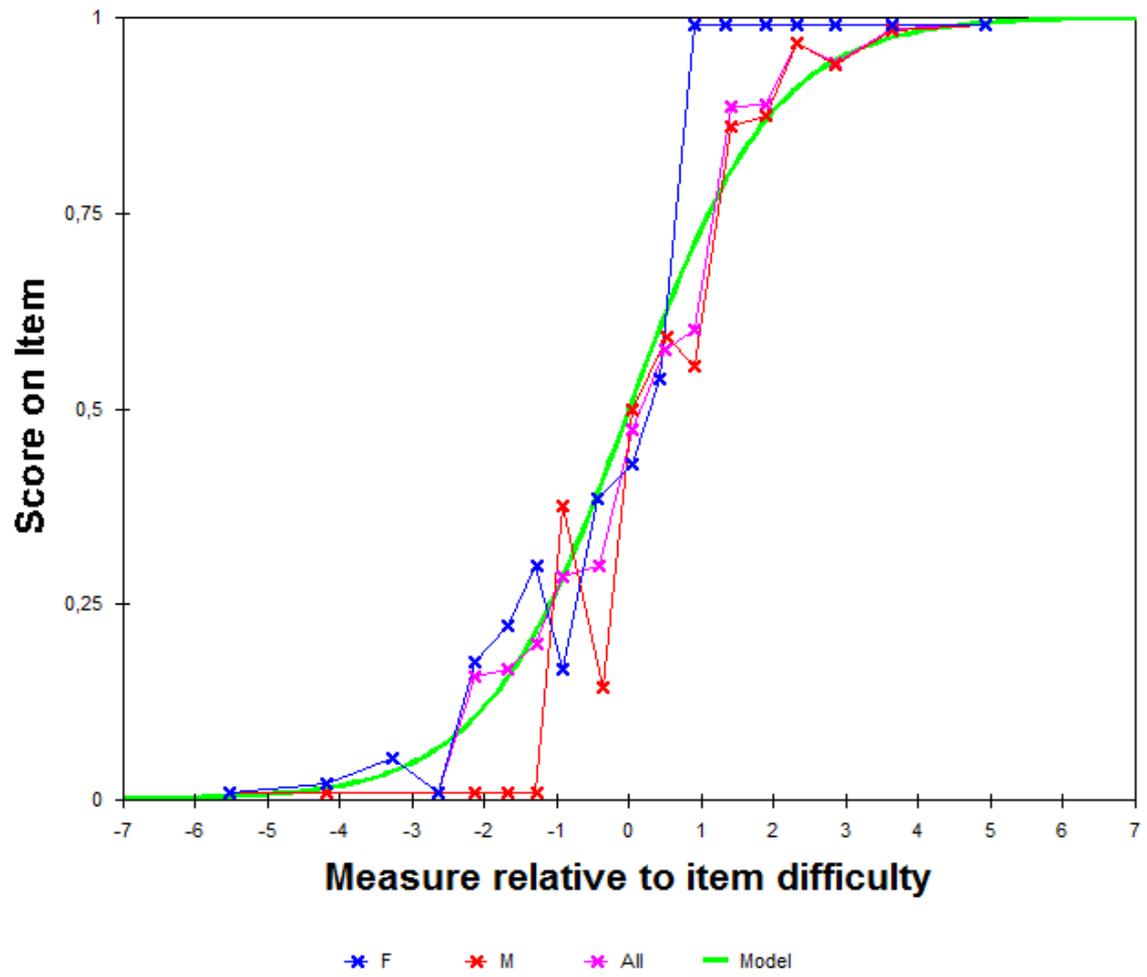
8. GodofWarIII_A (DIF=@gender)



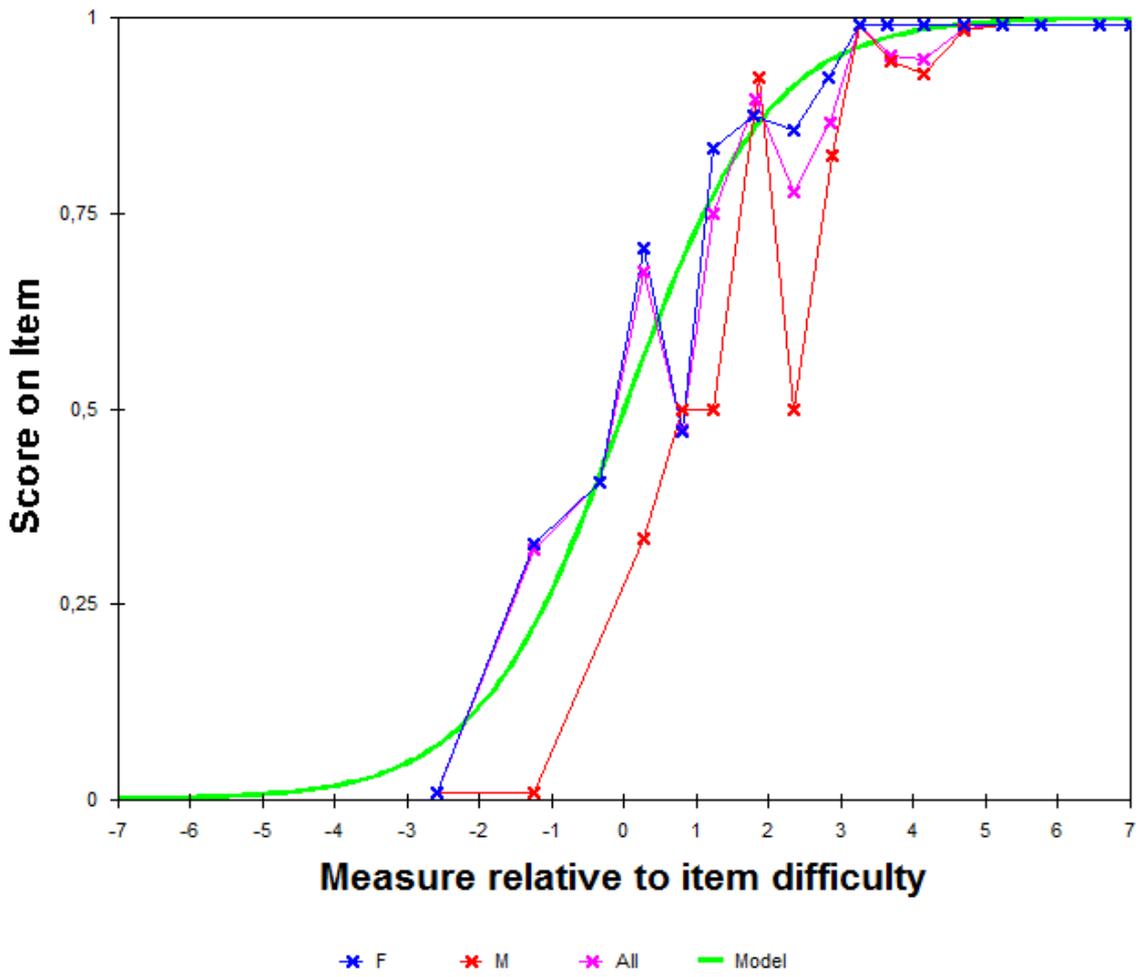
9. GrandTheftAutoEpisodesFromLibertyCity_A (DIF=@gender)



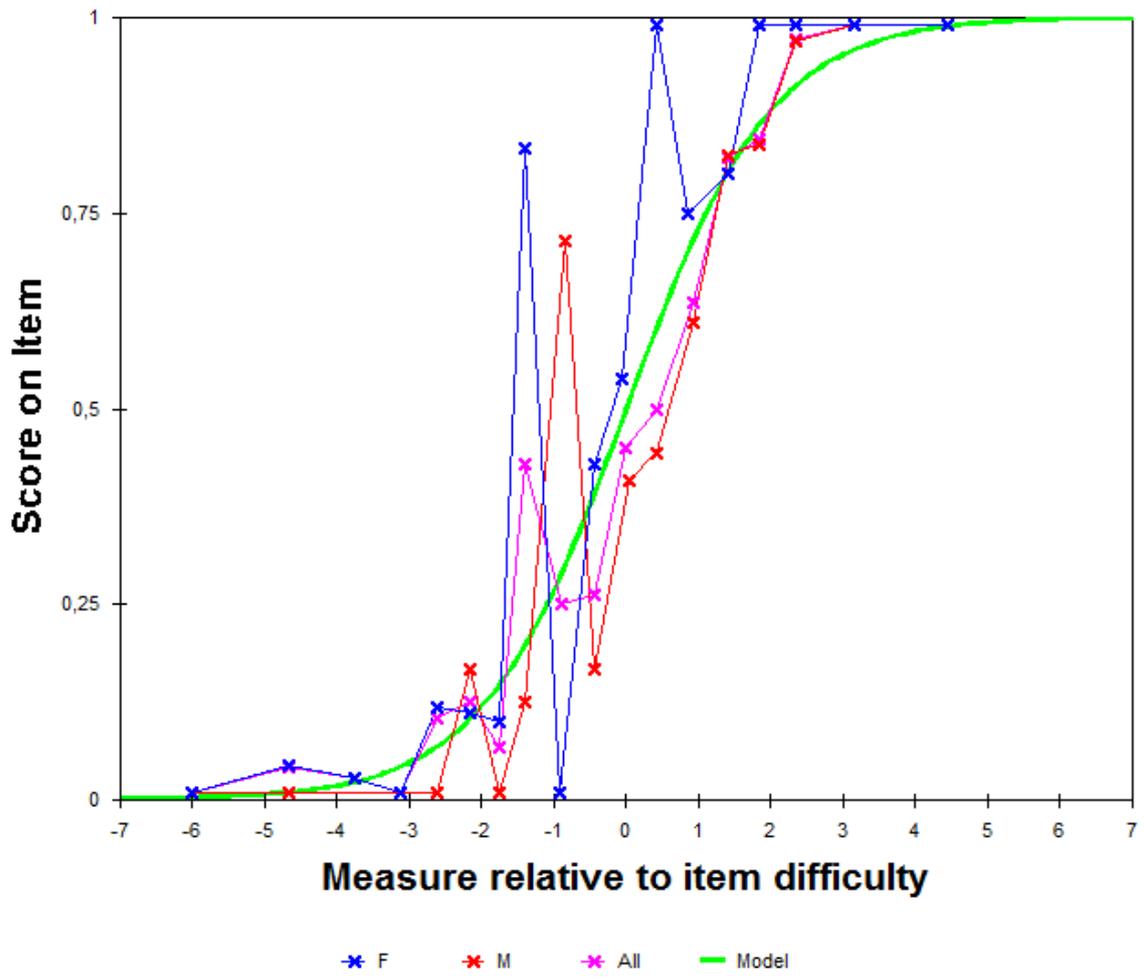
10. HarvestMoonParadedesAnimaux_A (DIF=@gender)



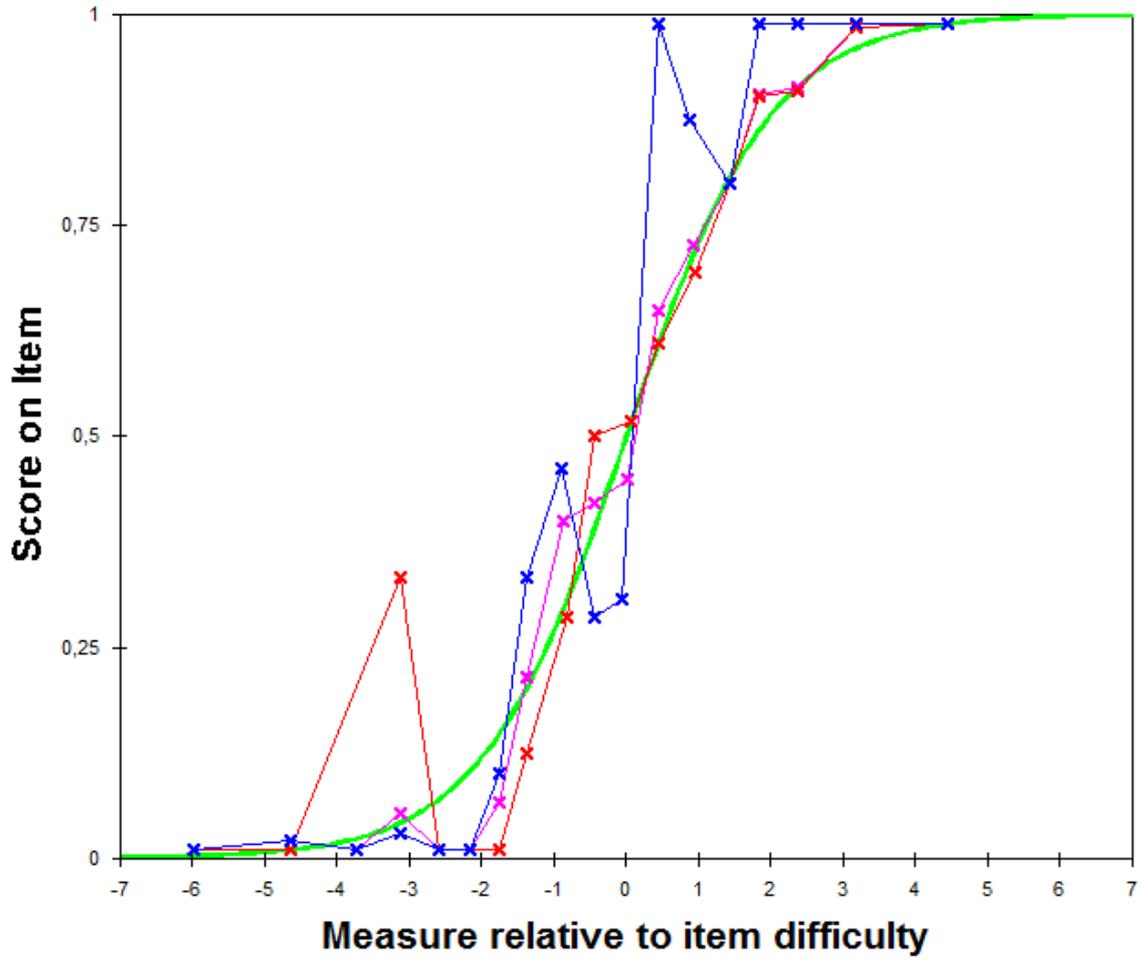
11. KirbyAuFidelAventure_A (DIF=@gender)



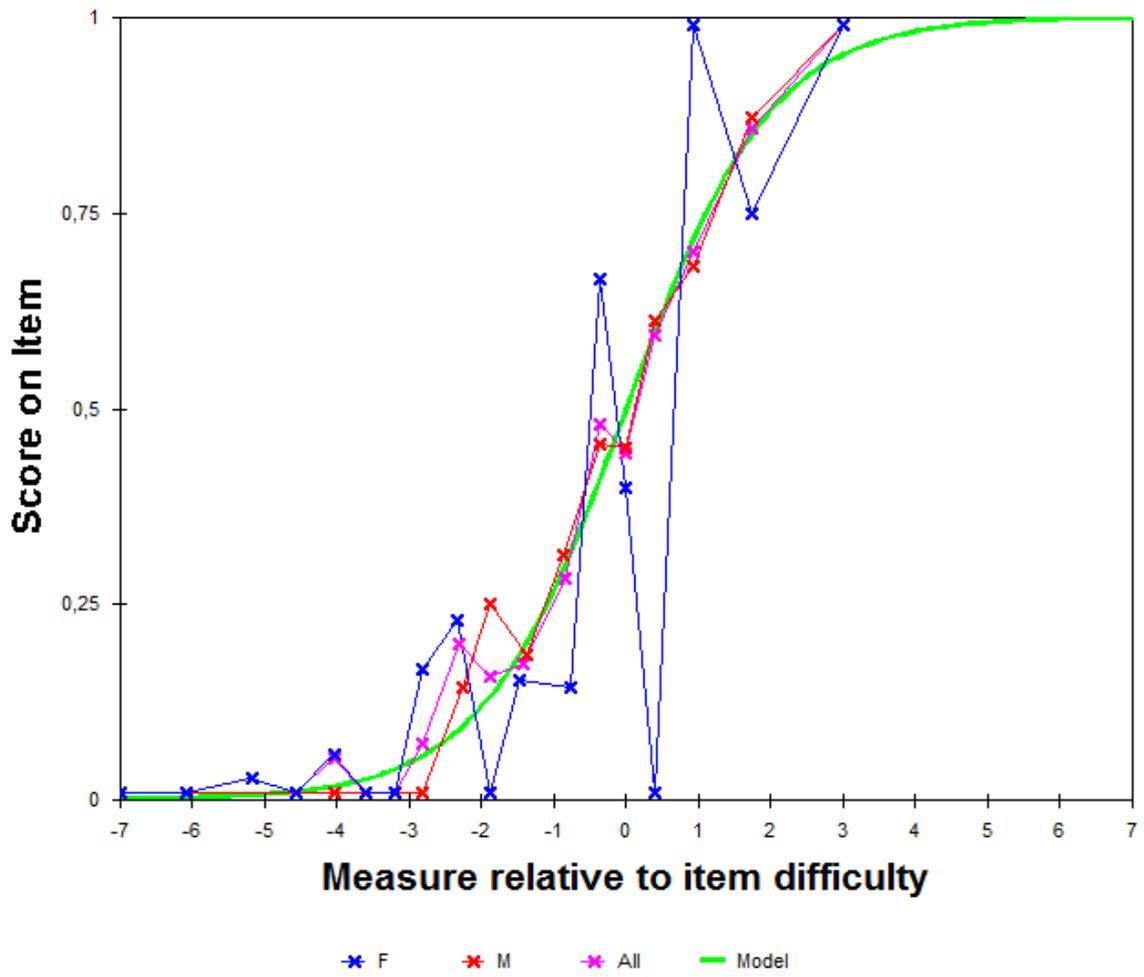
12. MountampBlade_A (DIF=@gender)



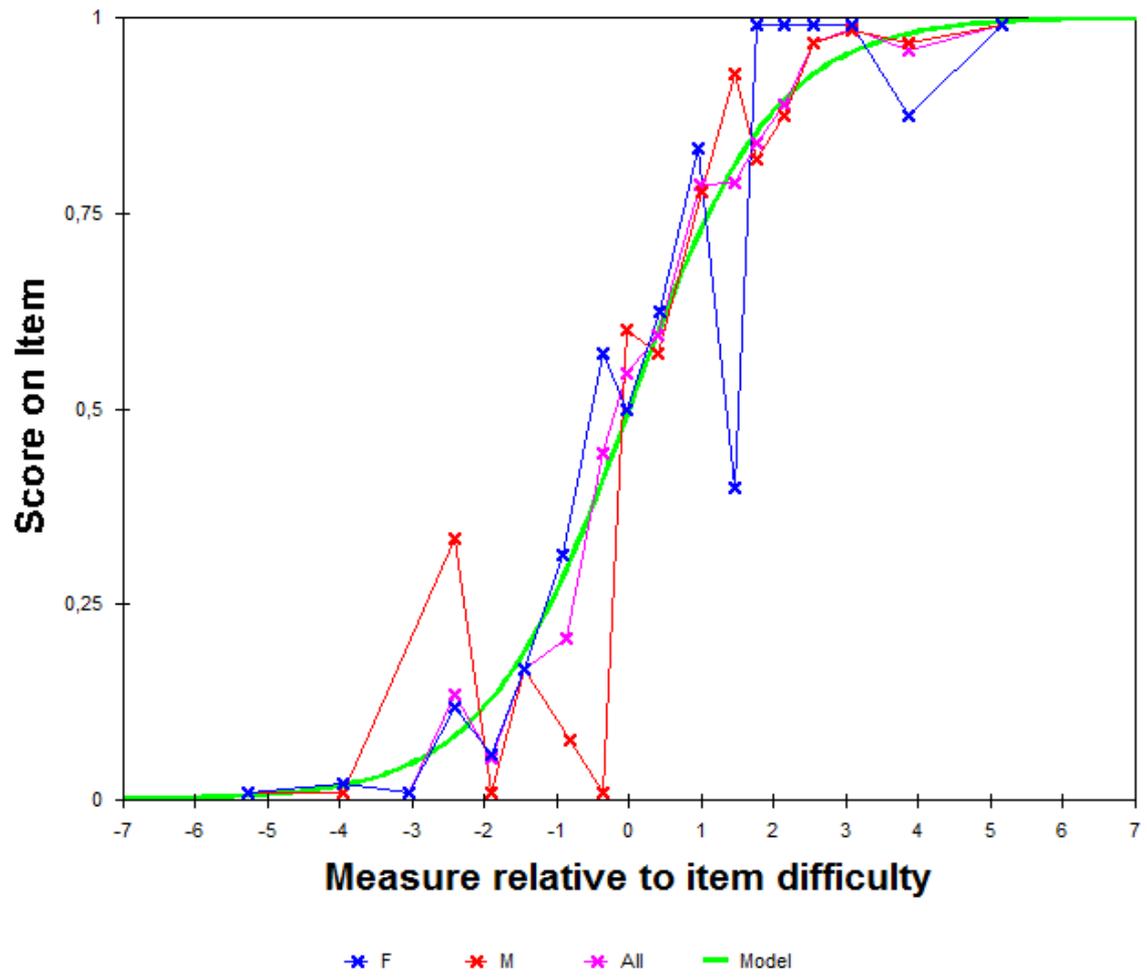
13. OrcsMustDie_A (DIF=@gender)



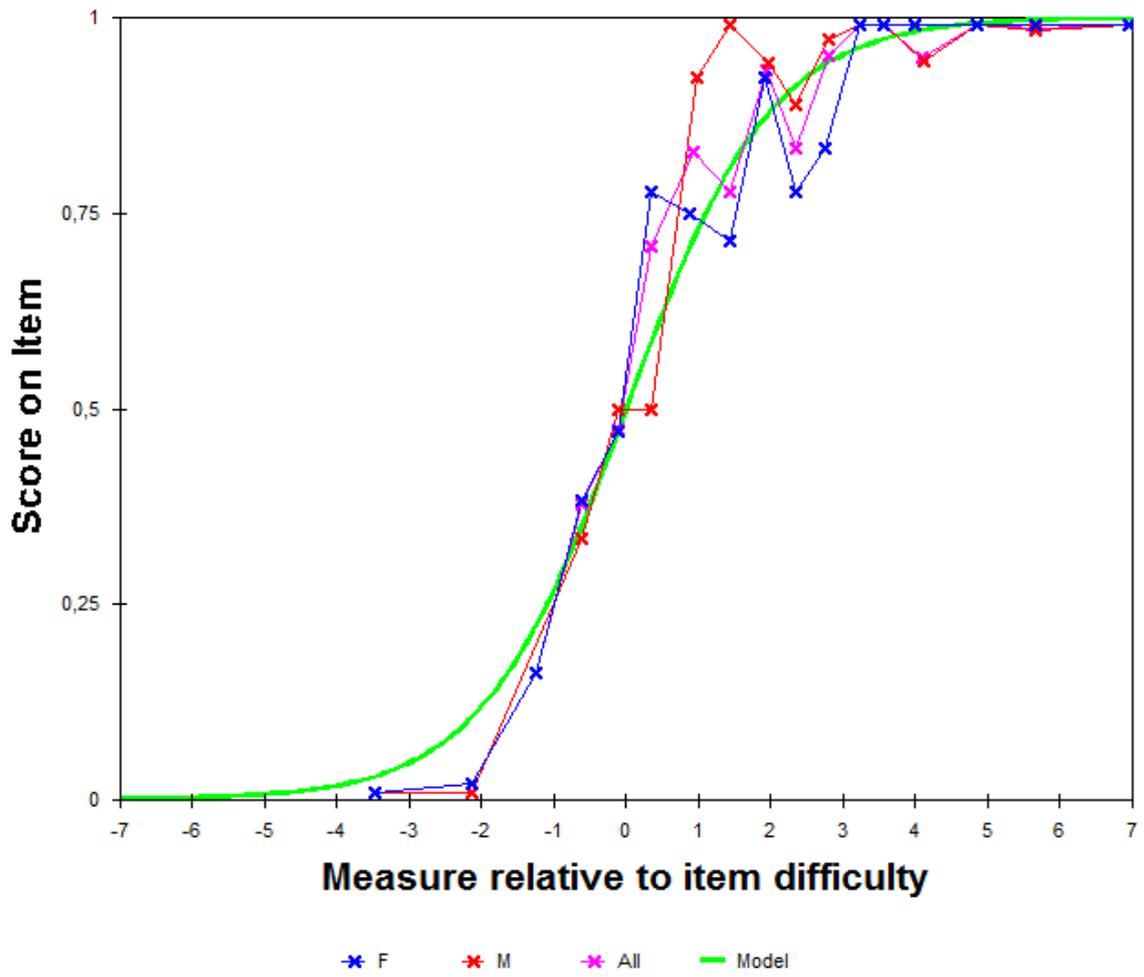
14. Risen_A (DIF=@gender)



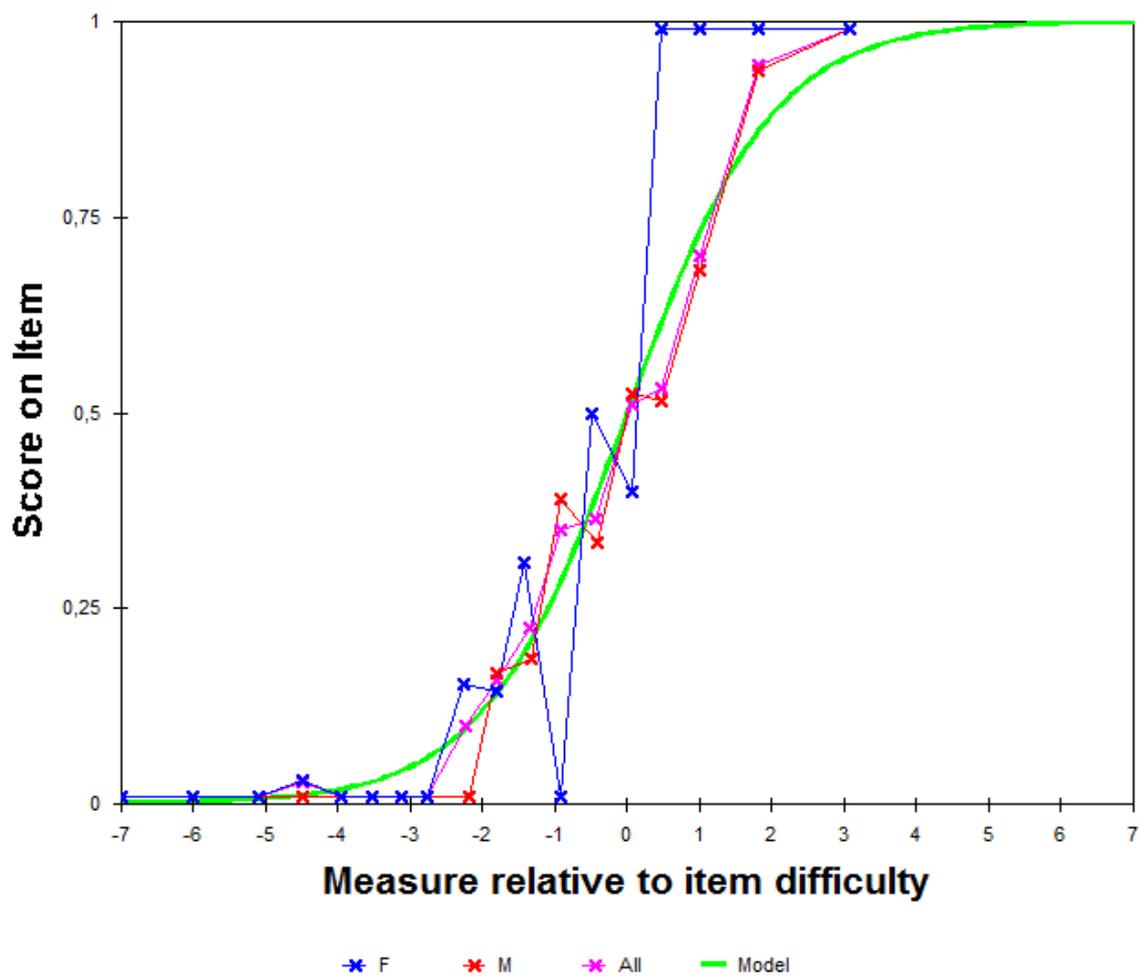
15. S.T.A.L.K.E.R.ShadowofChernobyl_A (DIF=@gender)



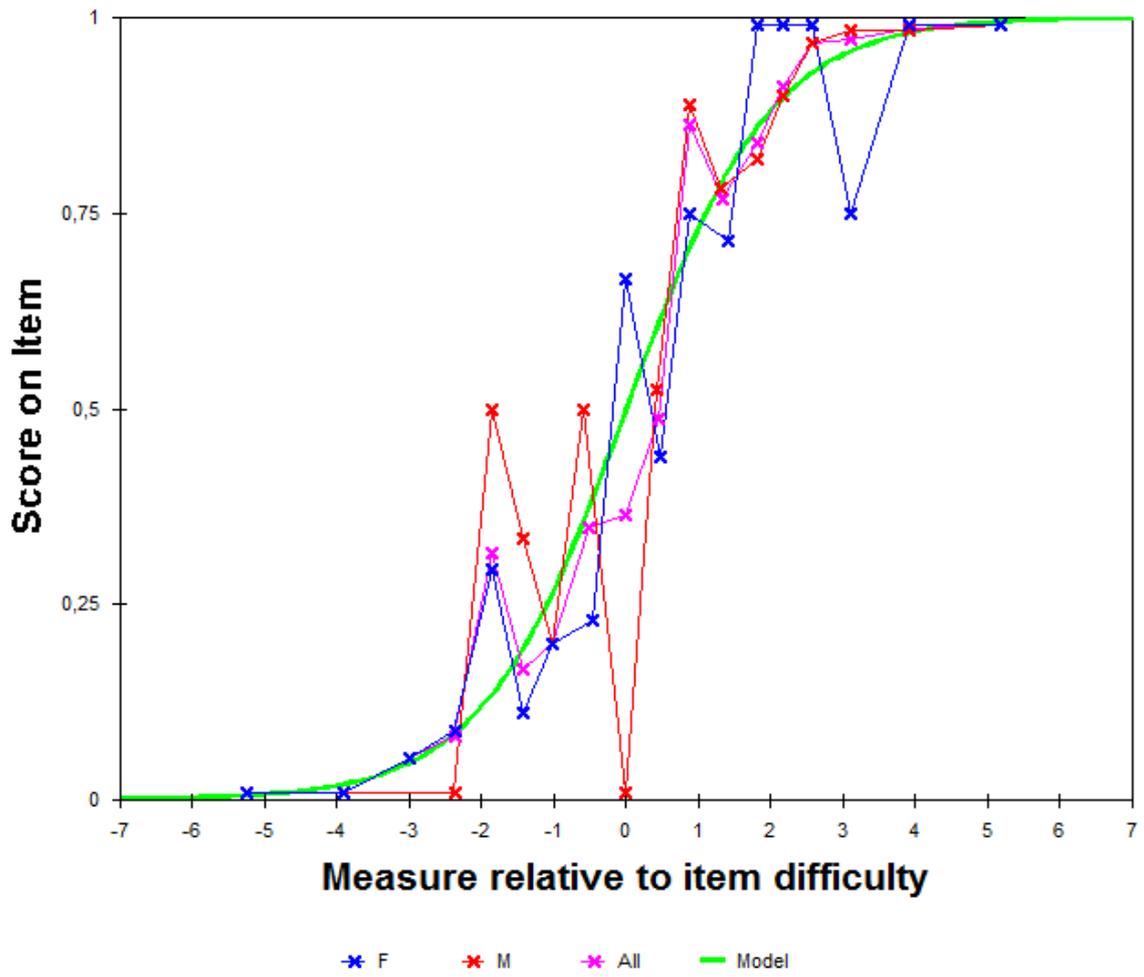
16. SkylandersSpyrosAdventure_A (DIF=@gender)



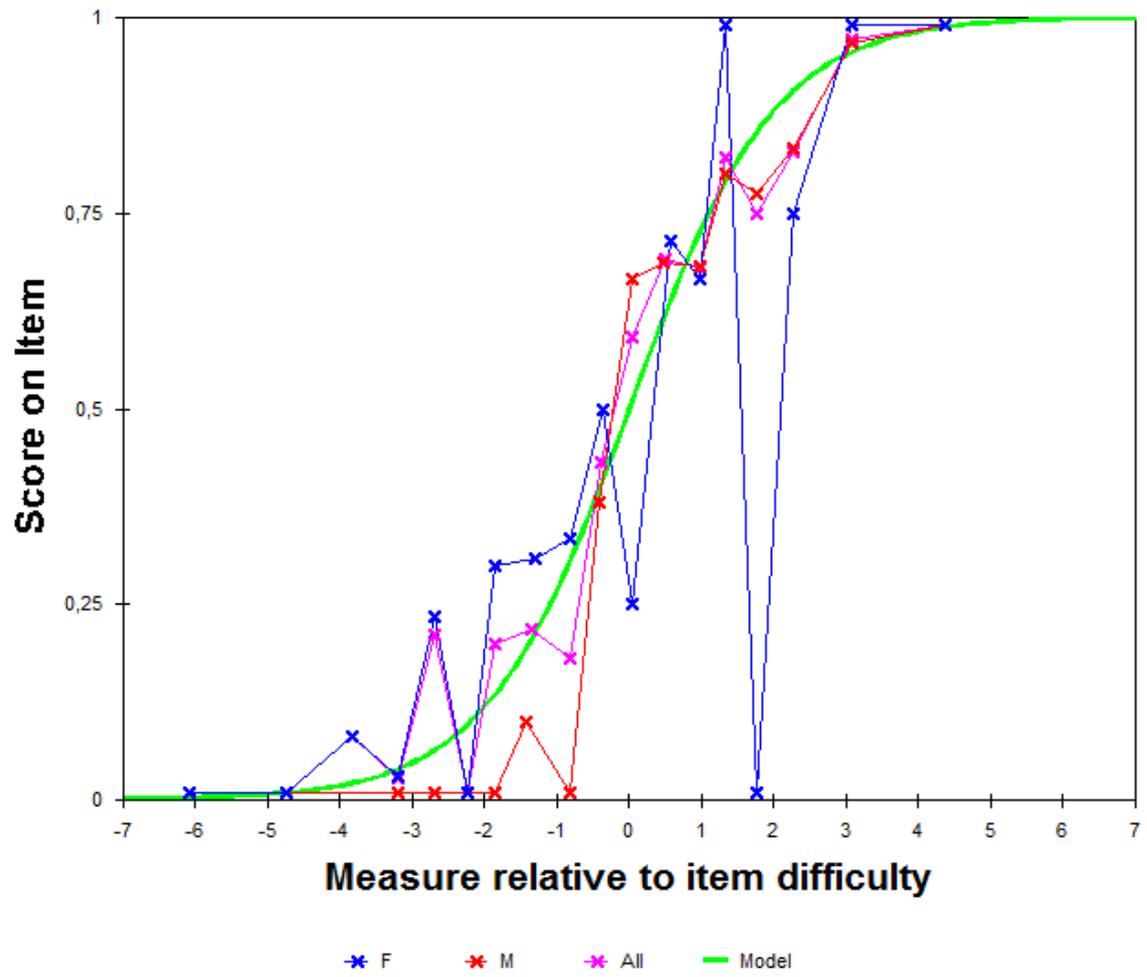
17. TheLastStory_A (DIF=@gender)

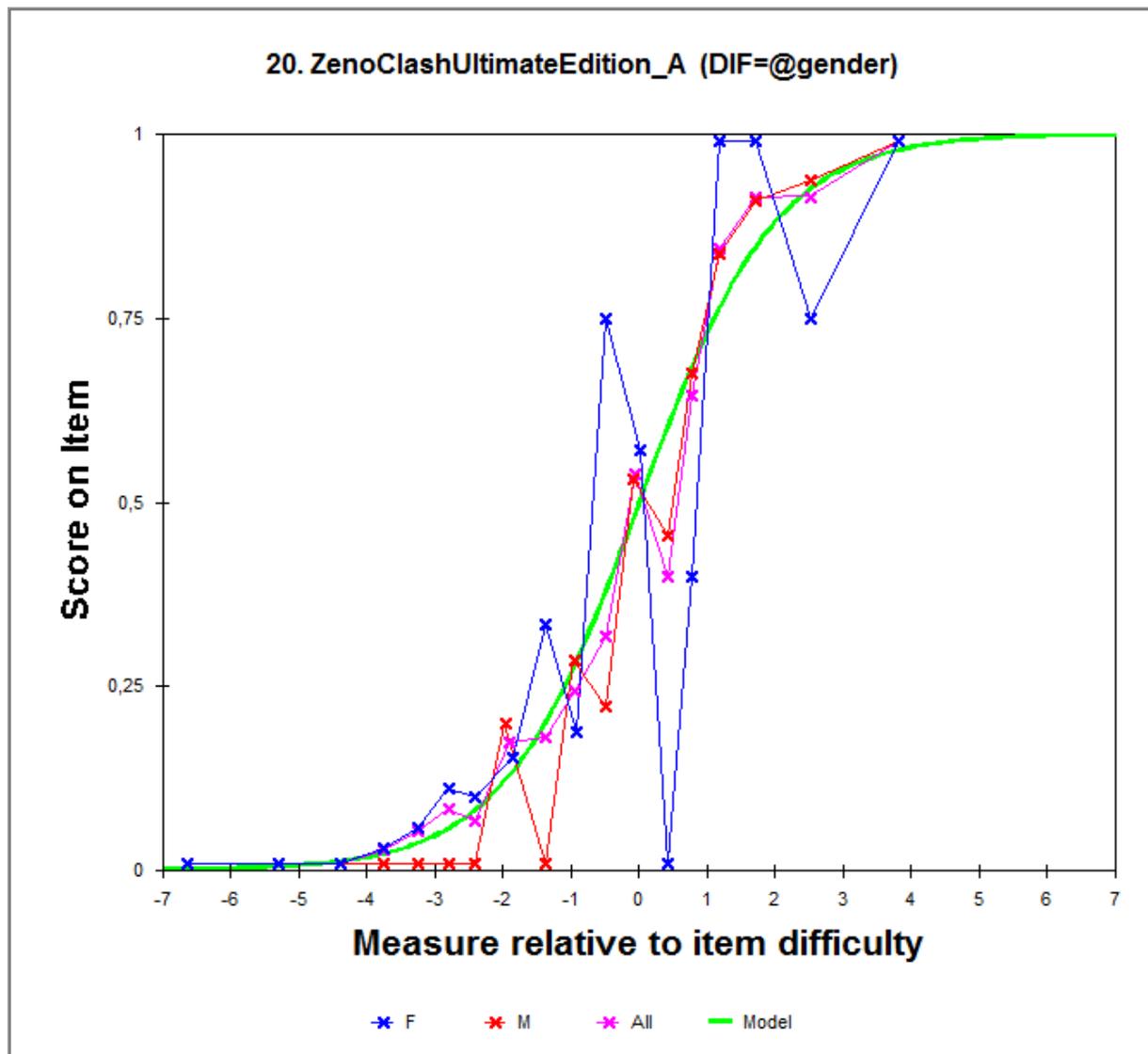


18. TotalWarShogun2_A (DIF=@gender)



19. VersusLaGuerreduSon_A (DIF=@gender)





**ETUDE 3 : VALIDITE PREDICTIVE DU TEST D'EXPERTISE A PARTIR D'UN TEST DE MEMOIRE
SUR DES ICONES DE JEUX VIDEO VS SIGNALISATION MARITIME**

- Test de mémoire basé sur des icônes de jeux vidéo

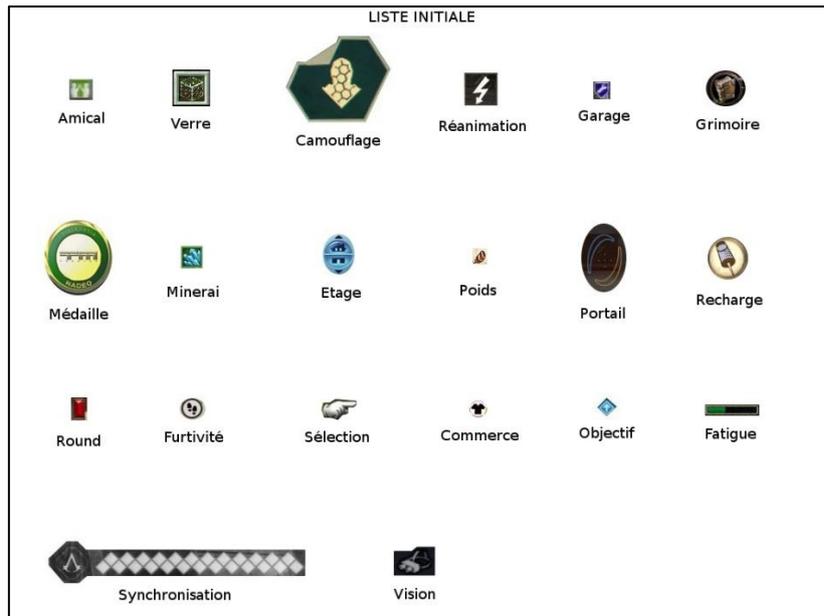


Figure 39: La liste initiale du test de mémoire. Celle-ci est composée de 20 icônes de jeux vidéo, chaque icône ayant également un mot qui lui est associé, correspondant à **la fonction de l'icône**. Le format de présentation de chaque page du test était le format A4, afin de garantir une bonne lisibilité des icônes.

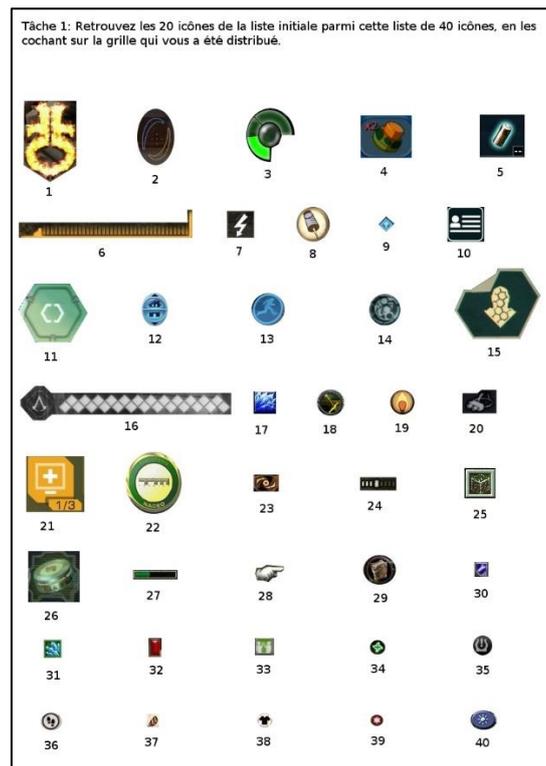


Figure 40: La liste pour la 1ère tâche sur le test de mémoire. Les 20 icônes de la liste initiale ont été mélangées avec 20 icônes pièges également issues d'interface de jeux vidéo. L'objectif est d'identifier les 20 icônes de la liste initiale. Il s'agit donc d'une tâche de reconnaissance.



Figure 41 : La liste pour la 2^{ème} tâche sur le test de mémoire. Les 20 icônes de la liste initiale sont présentées mélangés et sans leur mot associé par rapport à la liste initiale. L'objectif est de retrouver les mots associés à chaque icône. Il s'agit donc d'une tâche de rappel indicé.

- Test de mémoire basé sur des icônes de signalisation maritime



Figure 55 : La liste des signaux du code international des signaux flottants, leur lettre et leur signification associés.

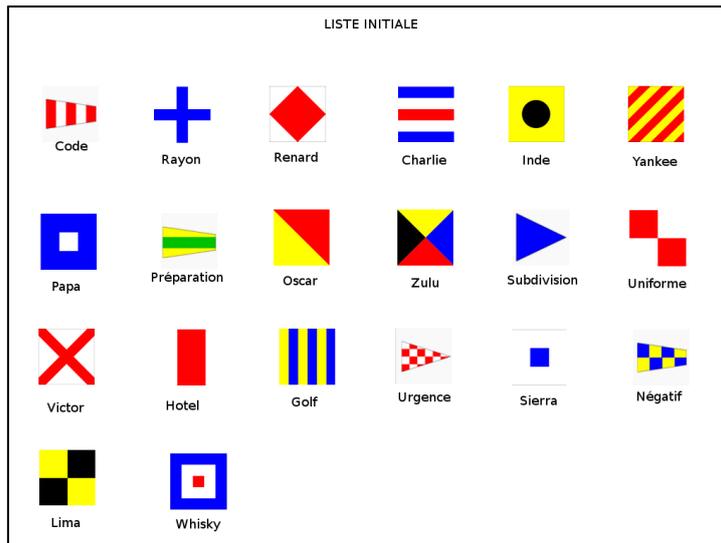


Figure 56 : La liste initiale du test de mémoire pour la condition contrôle. Nous avons reproduit le même format de présentation pour l'ensemble du test.

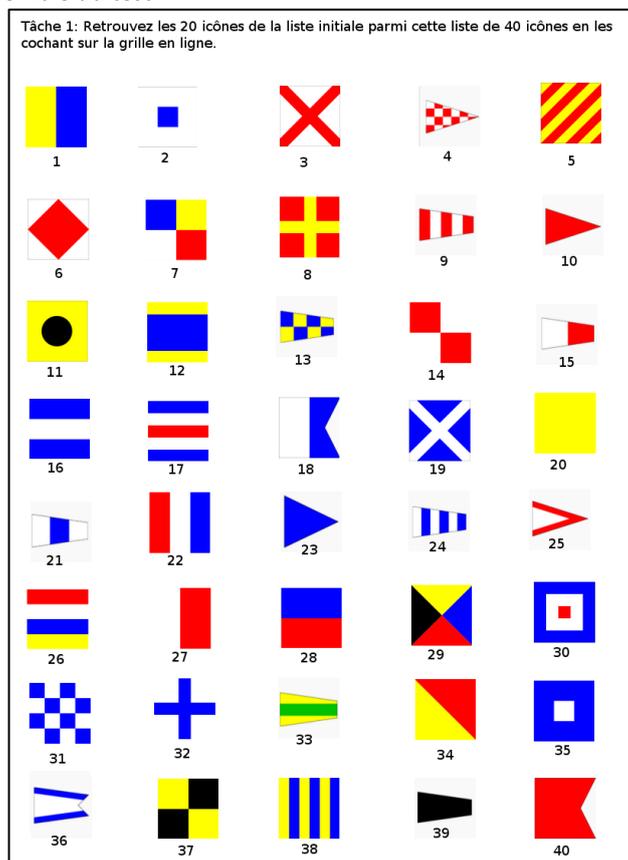


Figure 57 : La liste pour la 1^{ère} tâche au test de mémoire pour la condition contrôle : la tâche de reconnaissance.

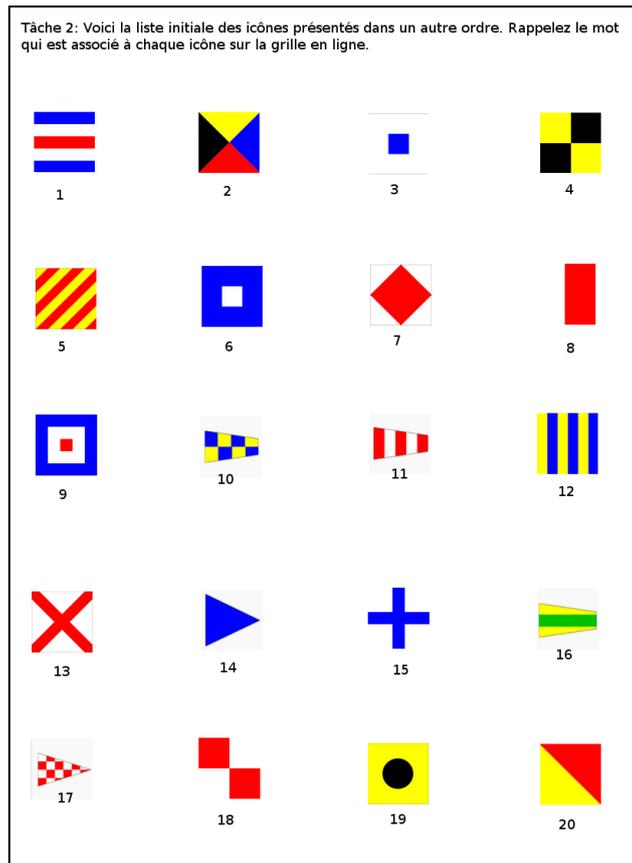


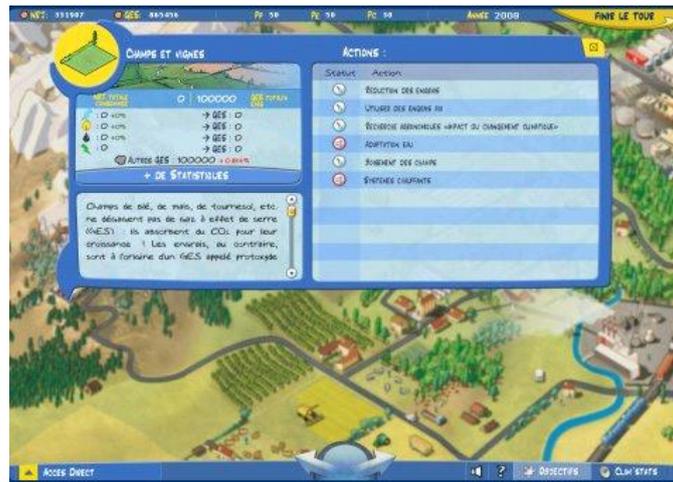
Figure 58 : La liste pour la 2^{ème} tâche au test de mémoire pour la condition contrôlée : la tâche de rappel indiquée.

ETUDE 4 : ETUDE DE L'EFFET DE L'EXPERTISE SUR L'EXPERIENCE UTILISATEUR (INTERET, FLOW ET EMOTIONS) DANS LES JEUX VIDEO ET DANS LES SERIOUS GAME

- Serious Games :

SERIOUS GAME 1: CLIMWAY

Lien Web: <http://serious.gameclassification.com/FR/games/12888-ClimWay/index.html>



Année d'édition : 2008

Développeur : Cap Sciences/ Objectif Prod (France)

Présentation : Il s'agit d'un jeu dans lequel il faut prendre des mesures pour mettre en place ou améliorer les infrastructures d'une ville afin de gérer le niveau de consommation énergétique, des émissions de gaz à effet de serre, l'opinion publique, le budget... Chacune des actions est décrite de façon concrète et précise. Différents paramètres sont mis en évidence : le coût de l'action, l'effet sur l'environnement, l'effet sur la consommation énergétique, etc. Une fois que le joueur a terminé son tour il passe à l'année suivante et observe les conséquences de ses choix sur la gestion de la ville. Le jeu s'étend sur une période de 10 ou 20 années en fonction du niveau de difficulté choisi. A l'issue de cette période, le joueur est évalué.

Type de Serious Game : Newsgame. Il s'agit d'un type de Serious Game qui donne de l'information sur des thématiques actuelles.

Gameplay : C'est un Serious Game de type Jeu avec objectifs explicites à accomplir

Intention (s'ajoutant à l'aspect ludique) : Diffuser un message informatif et diffuser un message éducatif

Marché : Divertissement- écologie

Style de jeu : Gestion

Environnement de jeu : 2 dimensions. Le joueur a un point de vue aérien sur la ville. Il déplace ce point de vue en déplaçant la souris.

Commandes : Souris

Support logiciel : Le jeu se joue en ligne sur le réseau Internet et a été développé en Flash.

SERIOUS GAME 2: TRI EN FOLIE



Année d'édition : 2012

Développeur : SMEDAR/INTERREG

Présentation : Ce Serious Game porte ici sur le tri des déchets. Le joueur doit aider la famille à ranger la maison avant son déménagement et débarrasser tous les déchets en les jetant dans la bonne poubelle. Au fil des pièces, le niveau de difficulté augmente car les objets sont variés, la vitesse augmente et le temps imparti se réduit. Ce Serious Game a été développé dans l'idée de permettre aux enseignants abordant la thématique du développement durable d'animer leur cours via ce Serious Game.

Type de Serious Game:

- **Newsgame** (*jeu informatif*) : Il s'agit d'un type de Serious Game qui donne de l'information sur des thématiques actuelles.
- **Edugame** (*jeu éducatif*) : jeu qui a pour intention de diffuser un message pédagogique.

Gameplay : C'est un Serious Game de type Jeu avec objectifs explicites à accomplir

Intention (s'ajoutant à l'aspect ludique) : Diffuser un message informatif et diffuser un message éducatif

Marché : Divertissement- écologie

Style de jeu : Gestion

Environnement de jeu : 2 dimensions. Le joueur a un point de vue aérien sur la ville. Il déplace ce point de vue en déplaçant la souris.

Commandes : Souris

Support logiciel : Le jeu se joue en ligne sur le réseau Internet et a été développé en Flash.

- **Echelles :**

TECEJV : test d'expertise sur les connaissances lexicales et imagées dans les jeux vidéo

Liste des 20 items retenus pour la version finale du test d'expertise
<i>Assassins Creed</i>
<i>Battlefield 3</i>
<i>Conduit 2</i>
<i>Cthulhu Saves the World</i>
<i>Diablo III</i>
<i>Drakensang The Dark Eye</i>
<i>Eve Online</i>
<i>God of War III</i>
<i>Grand Theft Auto Episodes From Liberty City</i>
<i>Harvest Moon Parade des Animaux</i>
<i>Kirby Au Fil de l'Aventure</i>
<i>Mount & Blade</i>
<i>Orcs Must Die</i>
<i>Risen</i>
<i>S.T.A.L.K.E.R. Shadow of Chernobyl</i>
<i>Skylanders Spyro's Adventure</i>
<i>The Last Story</i>
<i>Total War Shogun 2</i>
<i>Versus La Guerre du Son</i>
<i>ZenoClash Ultimate Edition</i>

Lien vers le test TECEJV : <http://www.ouestlab.net/limesurvey/index.php/57364>

MTES: Motivation Toward the Environment Scale

Indiquez à quel point chaque proposition correspond à vos motivations personnelles pour adopter des comportements écologiques, en marquant le nombre approprié sur une échelle de 7 points, allant de 1 (ne correspond pas du tout) à 7 (correspond exactement)

Item n°	Question	Réponse		
1	Pour le plaisir que je ressens quand j'améliore la qualité de l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
2	Honnêtement, je ne sais pas, j'ai vraiment l'impression que je perds mon temps à agir pour l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
3	Parce que je me sentirais mal si je ne faisais rien pour l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
4	Parce que c'est une chose raisonnable à faire pour aider l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
5	Parce que prendre soin de l'environnement fait partie intégrante de ma vie	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
6	Parce que mes amis insistent pour que je le fasse	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
7	Pour le plaisir que je ressens à maîtriser de nouvelles façons de protéger l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
8	Je ne parviens pas à voir comment mes efforts pour être sensible à la cause environnementale peuvent aider la situation actuelle	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
9	Parce que cela fait partie de la façon dont j'ai choisi de vivre ma vie	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
10	Je pense que je regretterais de ne pas faire quelque chose pour l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
11	Parce que c'est une chose sensée d'agir pour améliorer l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
12	Parce que j'aime le sentiment que j'ai quand je fais des choses pour l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
13	Parce que je pense que c'est une bonne idée de faire quelque chose pour l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement

14	Parce qu'être sensible à la cause environnementale est devenue une partie fondamentale de moi-même	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
15	Parce que c'est une voie que j'ai choisie pour contribuer à un meilleur environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
16	Parce que je me sentirais coupable si je ne faisais rien pour l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
17	Parce que les autres vont être tristes si je ne le fais pas	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
18	Pour le plaisir que j'ai de contribuer à l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
19	Pour éviter d'être critiqué	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
20	Je me demande bien pourquoi je fais quelque chose pour l'environnement, la situation ne s'améliore pas du tout	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
21	Pour la reconnaissance que j'en retire	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
22	Parce qu'il me semble que prendre soin de moi-même et prendre soin de l'environnement sont deux choses indissociables	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
23	Je ne sais pas vraiment, je ne vois pas ce que je retire de ça	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement
24	Parce que je me sentirais honteux si je ne faisais rien pour l'environnement	Ne correspond pas du tout	<input type="checkbox"/>	Correspond exactement

IS2G : Echelle d'intérêt pour les Serious Games

- **Intérêt individuel :**

Questionnaire d'intérêt individuel

Indiquez à quel point vous êtes en accord avec chacun des énoncés suivants sur la thématique du développement durable

*Obligatoire

Je suis en général excité à l'idée de pouvoir me plonger dans le thème. *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Ce thème est une part de moi-même. *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Je suis toujours enchanté de travailler sur ce thème *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

J'aime ce thème *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Ma façon de voir les choses est influencée par ce thème *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Je suis en général heureux d'en apprendre davantage sur ce thème *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

- Intérêt situationnel :

Questionnaire d'intérêt situationnel

Indiquez à quel point vous êtes en accord avec chacun des énoncés suivants.

*Obligatoire

Les choses que j'ai apprises en utilisant ce logiciel sont importantes pour moi *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Ce logiciel est si intéressant qu'il capte facilement l'attention *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Je trouve que tout ce que m'a appris ce logiciel peut être utile *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

L'utilisation de ce logiciel est vraiment excitante *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Tout ce que j'ai appris en utilisant ce logiciel peut s'appliquer à la vie réelle *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

Quand j'utilise ce logiciel mon attention est totalement absorbée *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

J'ai appris des choses valables lors de l'utilisation de ce logiciel *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

J'ai trouvé ce logiciel divertissant durant toute son utilisation *

1 2 3 4 5 6 7

Pas du tout en accord Tout à fait en accord

SPANE : Scale of Positive and Negative Experience (Diener & Biswas-Diener, 2009)

Réfléchissez à ce que vous avez fait et ressenti lorsque vous jouiez au jeu. Vous devez indiquer à quel point vous avez ressenti les sensations qui figurent ci-dessous. Servez-vous de la grille de 1 à 5 pour répondre. Entourez un seul chiffre, c'est à dire celui qui correspond le mieux à ce que vous pensez.

* Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses

* Répondez juste ce que vous pensez vraiment, aussi honnêtement que possible.

* Rappelez vous que toutes les réponses sont anonymes et confidentielles.

Dans quelle mesure avez-vous expérimenté les sensations suivantes au cours du jeu ?

Dans quelle mesure as-tu expérimenté les sensations suivantes au cours de l'utilisation du logiciel ?

- | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Sensations positives | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | Sensations négatives | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | Je me suis senti bien | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | Je me suis senti(e) mal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | Des choses agréables | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | Des choses désagréables | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | Je me suis senti(e) heureux(se) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | Je me senti(e) triste | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

9 J'ai ressenti de la peur 1 2 3 4 5

1 Je me suis senti(e) joyeux(se) 1 2 3 4 5
0

1 Je me suis senti(e) en colère 1 2 3 4 5
1

1 J'ai ressenti de la satisfaction 1 2 3 4 5
2

EdugameFlow

Indiquez à quel point vous êtes en accord avec chacun des énoncés suivants lors de votre expérience de jeu.

1	2	3	4	5	6	7
Pas du tout d'accord			Modérément d'accord			Tout à fait d'accord

- _____1. Le jeu retient mon attention.
- _____2. En règle générale, les objectifs ont été expliqués en début de jeu.
- _____3. Je suis tenu au courant de mes progrès dans le jeu.
- _____4. J'apprécie le jeu et je ne ressens ni ennui ni anxiété.
- _____5. J'ai le sentiment de contrôler le menu (commencer, arrêter, sauvegarder, etc...).
- _____6. Je perds la notion du temps lorsque je joue.
- _____7. J'ai envie de coopérer avec des camarades de classe.

- _____8. Le jeu améliore mes connaissances.
- _____9. Le contenu du jeu stimule mon attention.
- _____10. En règle générale, les objectifs du jeu ont été clairement expliqués.
- _____11. J'ai un retour d'informations immédiat sur mes actions.
- _____12. Le challenge est adapté, ni trop difficile, ni trop facile.
- _____13. J'ai le sentiment de contrôler les personnages ou les objets.
- _____14. Je n'ai plus conscience de mon environnement lorsque je joue.
- _____15. Je collabore étroitement avec des camarades de classe.
- _____16. Je comprends les idées de base de l'enseignement dispensé.
- _____17. La plupart des objectifs du jeu sont en relation avec l'apprentissage de (matière/discipline).
- _____18. Les objectifs intermédiaires ont été expliqués au début de chaque séquence.
- _____19. Les nouvelles tâches à accomplir me sont immédiatement communiquées.
- _____20. Le jeu fournit des indices dans le texte qui me permettent de maîtriser les épreuves.
- _____21. J'ai le sentiment de contrôler l'interaction entre personnages et objets.
- _____22. J'oublie temporairement mes problèmes lorsque je joue.
- _____23. Coopérer durant le jeu aide à l'apprentissage.
- _____24. J'essaie d'appliquer mes connaissances dans le jeu.
- _____25. On ne met pas l'accent en avant les éventuels manques d'attention.
- _____26. Les objectifs intermédiaires ont été clairement expliqués.
- _____27. Les nouveaux évènements me sont immédiatement communiqués.
- _____28. Le jeu fournit un support en ligne qui m'aide à maîtriser les épreuves.
- _____29. En cas d'erreurs, le jeu évite de placer les joueurs dans une situation qui ne leur permettrait pas de progresser dans le jeu.
- _____30. J'expérimente une altération de la notion du temps.

- _____31. Le jeu favorise l'interaction sociale entre les joueurs (discussion, etc...)
- _____32. Le jeu incite le joueur à intégrer l'enseignement dispensé.
- _____33. En règle générale, je suis capable de rester concentré sur le jeu.
- _____34. Je comprends les objectifs éducatifs du jeu.
- _____35. Je suis immédiatement informé de mon succès (ou de mon échec) sur les objectifs intermédiaires.
- _____36. Le jeu fournit des aides auxiliaires audio ou vidéo qui m'aident à maîtriser les épreuves.
- _____37. Le jeu m'encourage lorsque je rectifie mes erreurs.
- _____38. Je suis capable de m'impliquer dans le jeu.
- _____39. Le jeu favorise les réseaux sociaux dans le cadre du jeu.
- _____40. Je veux approfondir l'enseignement dispensé.
- _____41. Mon attention n'est pas détournée des tâches sur lesquelles il est prévu de se concentrer.
- _____42. Je suis informé de ma position (score, niveau, etc...).
- _____43. Mes compétences grandissent au fur et à mesure du déroulement du jeu.
- _____44. J'ai l'impression de pouvoir utiliser des stratégies de manière autonome.
- _____45. Je me sens émotionnellement impliqué dans le jeu.
- _____46. Le jeu favorise les réseaux sociaux en dehors du jeu.
- _____47. On ne m'impose pas des tâches qui semblent n'avoir aucune relation entre elles.
- _____48. L'amélioration de mes compétences m'encourage.
- _____49. J'ai le sentiment de contrôler et d'agir sur le jeu.
- _____50. Je suis totalement impliqué dans le jeu.
- _____51. Dans le jeu la charge de travail est adaptée à mon niveau.
- _____52. La difficulté des épreuves augmente en fonction de l'amélioration de mes compétences.

_____53. Je connais la prochaine étape du jeu.

_____54. Les nouvelles épreuves sont proposées à un rythme adapté.

_____55. J'ai le sentiment de contrôler le jeu.

_____56. Le jeu propose différents niveaux d'épreuves, adaptables à différents joueurs.

Codes d'appartenances :

Vous trouverez sur cette page les codes d'appartenances de chacun des items, respectivement regroupé par catégorie d'appartenance.

- Concentration (C)

1, 9, 17, 25, 33, 41, 47, 51.

- Clarté de l'objectif à atteindre : *Goal clarity* (G)

2, 10, 18, 26, 34.

- Retour des informations (rétroaction) : *Feedback* (F)

3, 11, 19, 27, 35, 42.

- Défis : *Challenge* (H)

4, 12, 20, 28, 36, 43, 48, 52, 54, 56.

- Autonomie : *Autonomy* (A)

5, 13, 21, 29, 37, 44, 49, 53, 55.

- Immersion (I)

6, 14, 22, 30, 38, 45, 50.

- Interaction social : *Social interaction* (S)

7, 15, 23, 31, 39, 46.

- Améliorations des connaissances : *Knowledge improvement* (K)

8, 16, 24, 32, 40.

Résultats :

Matrices de corrélation entre le score d'expertise et les différentes mesures :

Matrice de corrélation pour le jeu *ClimWay*

Variables	Score au test d'expertise
Moyenne Score II	-0,25
Moyenne Score ISA	0,10
Moyenne Score ISM	-0,26
Moyenne score EduFlow Concentration	0,33
Moyenne score EduFlow Goal Clarity	0,20
Moyenne score EduFlow Feedback	0,15
Moyenne score EduFlow Challenge	0,17
Moyenne score EduFlow Autonomy	0,31
Moyenne score EduFlow Immersion	0,19
Moyenne score EduFlow Social Interaction	-0,18
Moyenne score EduFlow Knowledge Improvement	0,054
Moyenne Score SPANE Emotions positives	0,17
Moyenne Score SPANE Emotions négatives	-0,32
Moyenne Score MTES Dimension MI	-0,2
Moyenne Score MTES Dimension AM	0,01
Moyenne Score MTES Dimension RITJ	-0,07
Moyenne Score MTES Dimension RID	0,00
Moyenne Score MTES Dimension RIR	-0,23
Moyenne Score MTES Dimension RE	-0,12
Bonnes réponses P1	0,95
Mauvaises réponses P1	0,03
Score EXP P1	1,00
Catégorisation EXP (2 catégories)	0,75
Catégorisation EXP (3 catégories)	0,84
Catégorisation EXP (4 catégories)	0,91
Jouez-vous aux jeux vidéo (sur ordinateur ou tout autre support : console, tablette, smartphone, réseaux sociaux, etc) ?	0,43

Depuis combien de temps (en année) jouez-vous aux jeux vidéo sur ordinateur ou sur console ?	0,46
Combien de temps en moyenne (en heure) par jour passez-vous à jouer aux jeux électroniques (sur ordinateur ou autre) ?	0,39
Age	-0,06
Sexe	0,57

Matrice de corrélation pour le jeu *Tri en Folie* :

Variables	Score au test d'expertise
Moyenne Score II	0,01
Moyenne Score ISA	0,17
Moyenne Score ISM	0,26
Moyenne score EduFlow Concentration	0,25
Moyenne score EduFlow Goal Clarity	0,31
Moyenne score EduFlow Feedback	0,27
Moyenne score EduFlow Challenge	0,26
Moyenne score EduFlow Autonomy	0,16
Moyenne score EduFlow Immersion	0,18
Moyenne score EduFlow Social Interaction	0,23
Moyenne score EduFlow Knowledge Improvement	0,13
Moyenne Score SPANE Emotions positives	0,03
Moyenne Score SPANE Emotions négatives	0,05
Moyenne Score MTES Dimension MI	-0,12
Moyenne Score MTES Dimension AM	0,29
Moyenne Score MTES Dimension RITJ	0,09
Moyenne Score MTES Dimension RID	-0,11
Moyenne Score MTES Dimension RIR	-0,04
Moyenne Score MTES Dimension RE	-0,19
Bonnes réponses P1	0,86
Mauvaises réponses P1	-0,09
Score EXP P1	1,00
Catégorisation EXP (2 catégories)	0,78
Catégorisation EXP (3 catégories)	0,86

Catégorisation EXP (4 catégories)	0,92
Jouez-vous aux jeux vidéo (sur ordinateur ou tout autre support : console, tablette, smartphone, réseaux sociaux, etc) ?	0,12
Depuis combien de temps (en année) jouez-vous aux jeux vidéo sur ordinateur ou sur console ?	0,42
Combien de temps en moyenne (en heure) par jour passez-vous à jouer aux jeux électroniques (sur ordinateur ou autre) ?	0,37
Age	-0,17
Sexe	0,57